



Chimica e Industria

Organo Ufficiale della Società Chimica Italiana

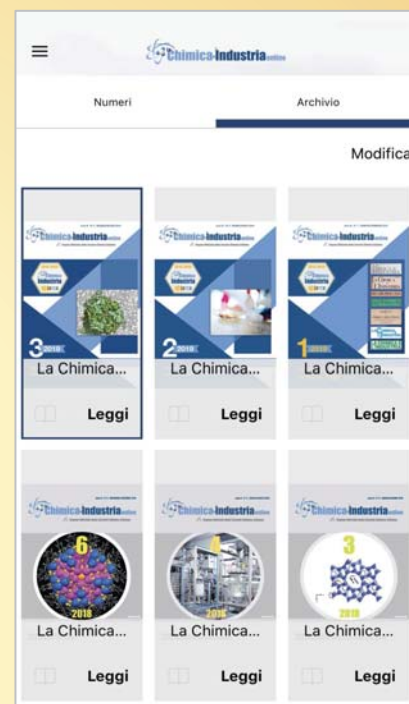
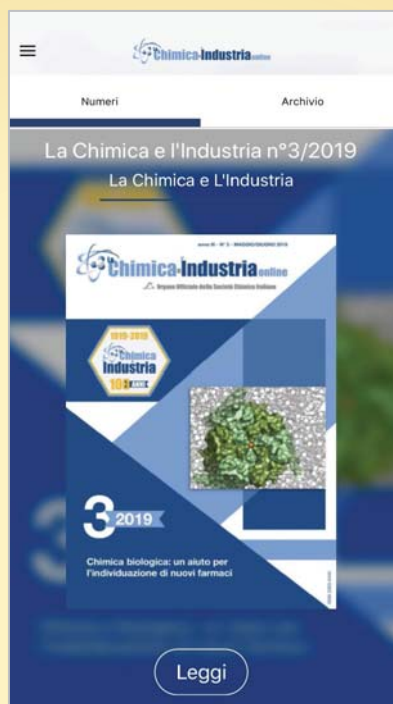
NEWSLETTER

n. 5/2020
agosto/settembre

ISSN 2532-182X



Società Chimica Italiana



Leggi

La Chimica e l'Industria

Scarica la app

sul telefonino e sui tuoi dispositivi elettronici

È gratuita!

Disponibile per sistemi Android e iOS



IN QUESTO NUMERO...

Attualità

**EMISSIONE DI NO_x NELLA DECOMPOSIZIONE
DEL NITRATO DI AMMONIO** pag. 4
Ferruccio Trifirò

NANOTECNOLOGIE PER L'AMBIENTE pag. 7
Carlo Bianco, Tiziana Tosco, Rajandrea Sethi

SUNSPACE: L'INTONACO PER INTRAPPOLARE IL PM pag. 11
Elza Bontempi, Alessandra Zanoletti, Antonella Cornelio

**LE SOSTANZE CHIMICHE TOSSICHE NELLE LISTE DELL'ECHA.
NOTA 1 - I PRODOTTI AROMATICI** pag. 15
Ferruccio Trifirò

Ambiente

Luigi Campanella pag. 22

Rivisitando

LA CHIMICA DEGLI ESPLOSIVI DAL SECONDO DOPOGUERRA AD OGGI pag. 25
Alberto Lopez, Matteo Guidotti

Recensioni

SCRIVERE DI SCIENZA pag. 32
Marco Taddia

Pills&News

pag. 34

Attualità

EMISSIONE DI NO_x NELLA DECOMPOSIZIONE DEL NITRATO DI AMMONIO

Ferruccio Trifirò

Partendo dall'esplosione del nitrato di ammonio in un deposito nel porto di Beirut si è voluto ricordare in questa nota i pericoli di questo tipo di esplosioni, che generano gas tossici di NO_x e NH₃ e che danno origine nell'atmosfera ad altre sostanze tossiche, come ozono, piogge acide e particolato.



L'esplosione nel porto di Beirut (Libano) di 2.750 tonnellate di nitrato di ammonio presenti in un magazzino, avvenuta il 4 agosto 2020, ha prodotto circa 200 morti e più di 5.000 persone ferite. Il nitrato di ammonio era stato conservato nel porto di Beirut per sei anni e le ragioni di questo lungo deposito non sono ancora chiare: il materiale era stato confiscato da una nave russa sulla rotta verso il Mozambico e immagazzinato in una struttura nel porto di Beirut.

Le possibili cause di esplosione del deposito di nitrato di ammonio, determinate dalla sua decomposizione, sono state un incendio in un vicino magazzino di fuochi d'artificio e/o un incendio in un vicino magazzino di munizioni. Nelle fotografie di Beirut si vede prima un'esplosione con un grande fiamma seguita da una seconda deflagrazione del nitrato di ammonio con la produzione di un gas rosso-arancione [1, 2].

Il nitrato di ammonio è usato come fertilizzante e come componente di esplosivi industriali (miniere, edifici, ecc.) insieme a oli combustibili (il nome dell'esplosivo è ANFO): in questo utilizzo N₂, O₂ e CO₂ sono le principali emissioni gassose, ma quando si decompone in incidenti dovuti a un suo riscaldamento a T>210 °C si producono elevate quantità di NO_x e di NH₃. Gli NO_x sono costituiti principalmente da NO e da NO₂ e da altri ossidi presenti a concentrazione molto bassa, come N₂O, N₂O₃, N₂O₄, N₂O₅ e NO₃ in forma di radicali. La presenza di NO_x nell'atmosfera sopra Beirut è stata rilevata dal pennacchio rosso-arancione di fumo visto dopo l'esplosione; questo colore è essenzialmente dovuto alla presenza di NO₂ ed è stato osservato non solo sulla città, ma anche sulla regione vicina. A seguito di questa esplosione a Beirut l'aria è diventata tossica e irrespirabile e le autorità hanno avvisato i cittadini di rimanere a casa, di usare maschere o di allontanarsi da Beirut, perché i gas avrebbero potuto essere letali; questi gas hanno creato problemi respiratori alla popolazione, ma fortunatamente sono scomparsi naturalmente dopo alcuni giorni.

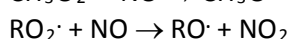
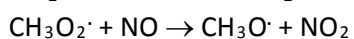
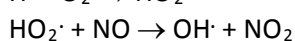
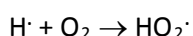
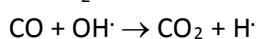
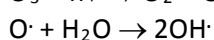
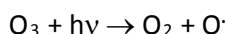
Nella storia delle esplosioni nel mondo del nitrato di ammonio è riportato che in origine queste esplosioni avvenivano durante la sua produzione, ma successivamente si sono verificate solo durante il suo trasporto e stoccaggio o atti terroristici. Molte altre esplosioni di depositi di

nitrate di ammonio sono avvenute nel corso degli anni nel mondo: nel 1921 circa 4.500 tonnellate di nitrato di ammonio hanno causato una deflagrazione in uno stabilimento di Oppau (Germania) uccidendo più di 500 persone; nel 1947 a Galveston Bay (Texas) più di 2.000 tonnellate sono scoppiate a bordo di una nave ormeggiata nel porto e 581 persone furono uccise; nel 2001 a Tolosa (Francia) in un'industria chimica una detonazione di 300-400 tonnellate è avvenuta con 30 morti; nel 2013 nel Texas occidentale un'esplosione di 30 tonnellate è stata responsabile di 14 morti; nel 2015 sono scoppiate 800 tonnellate di nitrato di ammonio con 600 tonnellate di nitrato di potassio nel porto di Tianjin (Cina settentrionale) e 173 persone sono state uccise.

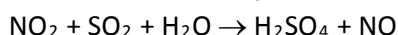
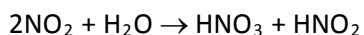
La decomposizione del nitrato di ammonio immagazzinato nelle navi o in magazzini si verifica perché la maggior parte delle persone pensa che si tratti di un fertilizzante non pericoloso e quindi è innocuo, ma la sua decomposizione è dovuta ad un riscaldamento a moderata temperatura, che genera la produzione di gas tossici, o alla sua contaminazione con altre sostanze con le quali reagisce e ne incrementa la combustione: di fatto, queste esplosioni sono dovute all'ignoranza della reattività di questo prodotto da parte delle persone preposte al suo controllo. Il nitrato di ammonio è una sostanza pericolosa non perché è un esplosivo, ma perché, essendo un ossidante, può reagire con molte sostanze, sviluppando un'elevata quantità di calore. Deve, quindi, essere conservato lontano da questi prodotti e immagazzinato in luoghi in cui non si possa raggiungere la temperatura di 210 °C per evitarne la decomposizione; inoltre, per sicurezza, il nitrato di ammonio deve essere conservato in piccole quantità, separate fra loro, per avere un isolamento nel caso di eventuali esplosioni [3-6].

Gli NO_x sono gas tossici per gli esseri umani quando vengono inalati anche a concentrazione relativamente molto bassa (decine di parti per milione). NO₂ è il gas più pericoloso presente nelle miscele di NO_x e produce, quando è emesso in atmosfera, altre sostanze tossiche per il genere umano e per l'ambiente. NO non è tossico e solo ad altissima concentrazione può causare disturbi respiratori, effetti collaterali ematologici, disturbi metabolici, bassa pressione sanguigna, nausea, vomito e diarrea. Ma NO è pericoloso perché nell'atmosfera viene ossidato a NO₂. La reazione di trasformazione di NO a NO₂ si verifica con i radicali perossidici (HO₂[·], CH₃O₂[·], RO₂[·]) generati in atmosfera da radicali OH[·] per reazione con CO o CH₄ o VOC.

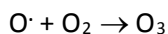
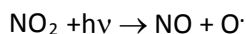
Le reazioni responsabili dell'ossidazione del NO sono le seguenti:



NO₂ è tossico per il genere umano e gli effetti sulla salute per l'esposizione a breve termine sono irritazione del sistema respiratorio, degli occhi e della pelle; per l'esposizione a lungo termine sono asma e infezioni respiratorie; per il contatto con livelli molto elevati di NO₂ sono morte, mutazioni genetiche, danni fetali e diminuzione della fertilità femminile. Gli individui più vulnerabili sono i giovanissimi e gli anziani e quelli con malattie cardiache o respiratorie. NO₂ è anche pericoloso perché nella troposfera produce O₃, piogge acide e particolato (PM_{2,5}-PM₁₀), tutte sostanze tossiche per il genere umano e che contaminano foreste e anche l'acqua di mare e laghi fluviali, provocandone l'eutrofizzazione. La formazione di piogge acide (HNO₃ e H₂SO₄) si verifica con le seguenti reazioni nella troposfera:



La formazione di O_3 avviene attraverso le seguenti reazioni fotochimiche provocate dalle radiazioni UV della luce solare:



Anche O_3 crea danni al genere umano con asma, irritazione agli occhi, dolore al petto, tosse, nausea, mal di testa e congestione del torace e può peggiorare le malattie cardiache e bronchitiche.

NO_2 reagisce con altre sostanze chimiche presenti nell'aria formando del particolato (PM), che è associato alla deforestazione, all'acidificazione delle acque superficiali e alla riduzione della resa delle colture. Gli NO_x possono reagire in atmosfera per formare N_2O che è un gas a effetto serra. Tuttavia l'emissione di NO_x nell'atmosfera non è solo dovuta a esplosioni di nitrato di ammonio, ma si verifica in tutto il mondo in molte attività. Ci sono emissioni di NO_x provocate dall'industria, dalla combustione di combustibili fossili, dall'agricoltura (fertilizzanti), da fonti naturali (vulcani, decadimento biologico, fulmini e incendi di foreste) e da fumo di sigarette. Nelle emissioni di auto a benzina gli NO_x vengono oramai eliminati con catalizzatori mediante riduzione ossidativa con CO e idrocarburi residui. Nelle auto diesel le emissioni di NO_x possono essere eliminate tramite la riduzione con un catalizzatore e con componenti residui diesel (ma per adesso non è molto utilizzata). Negli inceneritori e nella produzione di energia da combustibili fossili gli NO_x vengono eliminati con riduzione catalitica con NH_3 . Le persone che sono più esposte alle emissioni di NO_x sono i saldatori ad arco, i vigili del fuoco, il personale militare e aerospaziale, le persone esposte al traffico automobilistico e coloro che lavorano con esplosivi. Inoltre, gli individui che trascorrono quantità di tempo in modo significativo vicino alle strade principali o nel traffico possono essere a rischio notevolmente aumentato di esposizione a lungo termine.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://www.stuff.co.nz/world/middle-east/300074046/huge-explosion-in-beirut-kills-scores-and-wounds-thousands>
- [2] <https://edition.cnn.com/2020/08/05/europe/lebanon-russian-ship-blast-intl/index.html>
- [3] <https://www.chemistryscl.com/reactions/nitrogen-dioxide+water/index.php>
- [4] http://www+.nuclear.lu.se/fileadmin/nuclear/Undervisning/Atmosfaerskurs/Tropospheric_oxidation_Ch11_-_2018.pdf
- [5] <https://toxtown.nlm.nih.gov/chemicals-and-contaminants/nitrogen-oxides>
- [6] <https://www.thoughtco.com/what-is-nitrogen-oxide-pollution-1204135>

Attualità

NANOTECNOLOGIE PER L'AMBIENTE

Carlo Bianco, Tiziana Tosco, Rajandrea Sethi

Groundwater Engineering Group, Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture

Politecnico di Torino

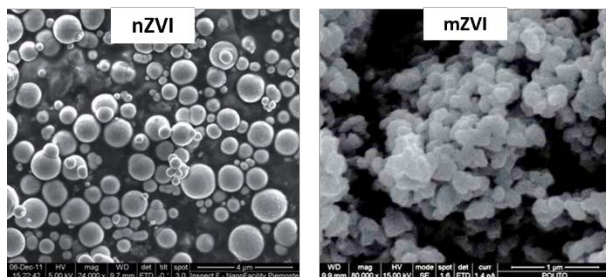
tiziana.tosco@polito.it

Il Groundwater Engineering Group (GW) del Politecnico di Torino è un team di esperti che conduce ricerche innovative nel campo delle nanotecnologie ambientali e della gestione sostenibile dei sistemi acquiferi. Il GW mira a sviluppare soluzioni tecnologiche e modellistiche avanzate per la bonifica delle falde contaminate e per la riduzione degli impatti ambientali dell'attività antropica.

Environmental Nanotechnologies

The Groundwater Engineering Group (GW) of Politecnico di Torino is a team of experts that conducts innovative research in the field of environmental nanotechnologies and sustainable aquifer management. GW aims at developing advanced technological and modeling solutions for the remediation of contaminated aquifers and for the reduction of the anthropogenic environmental impacts.

Introduzione



I nanomateriali ingegnerizzati, grazie alle loro dimensioni estremamente ridotte, presentano spesso delle proprietà peculiari che li rendono una valida alternativa a materiali e soluzioni tecnologiche più convenzionali. Il rapido sviluppo delle nanotecnologie ha dunque offerto negli ultimi anni un'ampia gamma

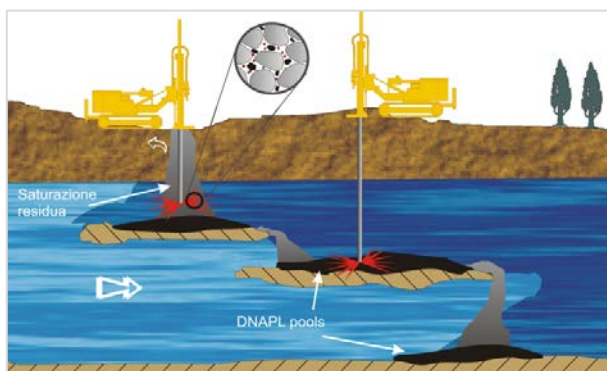
di opportunità, prima inaccessibili, in diversi campi scientifici e tecnici, dall'elettronica alla medicina, dall'energia all'ambiente. Nel settore delle bonifiche di siti contaminati i nanomateriali sono oggi studiati per la degradazione o immobilizzazione degli inquinanti direttamente nel sottosuolo (bonifica in situ): particelle reattive di dimensione nanometrica o micrometrica possono essere iniettate direttamente in falda nell'area da trattare e consentono una rapida rimozione di contaminanti organici e inorganici. Un più recente campo di applicazione dei nanomateriali è il settore agricolo, dove l'impiego di formulazioni nanostrutturate è stato proposto per ottimizzare l'applicazione di pesticidi e fertilizzanti, massimizzandone l'efficacia e riducendone al contempo la dispersione in ambiente, e, in particolare nelle falde, e la conseguente impronta ecologica.

Il Groundwater Engineering Group (GW) del Politecnico di Torino (www.polito.it/groundwater) possiede una consolidata esperienza nel campo dell'ingegneria degli acquiferi, con particolare riferimento alla caratterizzazione dei sistemi acquiferi, allo sfruttamento delle risorse geotermiche per la produzione di energia rinnovabile e allo studio di tecnologie innovative per

la bonifica di siti contaminati. Da oltre 10 anni il gruppo si occupa, inoltre, di nanotecnologie ambientali, e, in particolare, di caratterizzazione e modellazione del trasporto di micro- e nanomateriali in sistemi acquiferi. Il Laboratorio di Nanotecnologie Ambientali è equipaggiato con attrezzature per l'analisi della stabilità colloidale e include setup sperimentali specifici per la caratterizzazione della mobilità di microinquinanti (nanopollutants, NP) in falda al variare dei principali parametri geochimici dell'acqua (es. forza ionica). Il GW ha inoltre sviluppato modelli numerici avanzati che possono essere impiegati per simulare il trasporto di NP in falda o più in generale per prevedere il comportamento dei nanomateriali all'interno di letti e sistemi filtranti.

Nanoremediation di acquiferi contaminati

Nell'ambito della bonifica degli acquiferi contaminati, la *nanoremediation* si sta affermando come un approccio efficace e competitivo per la generazione di zone reattive [1]. Questa



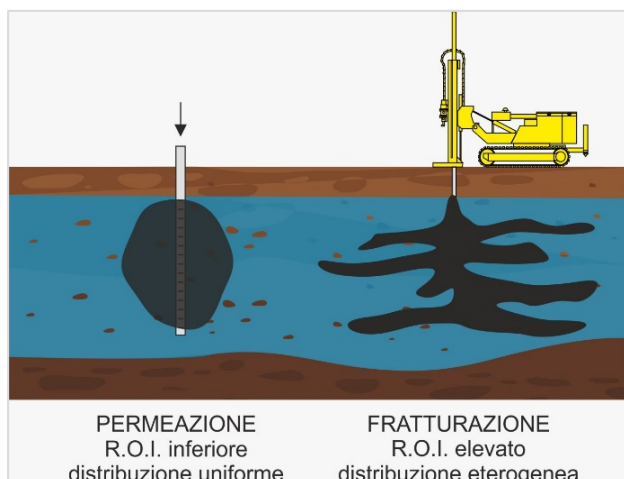
tecnica consiste nell'iniezione nel sottosuolo di sospensioni acquose di micro- e nanoparticelle reattive al fine di indurre la degradazione, la trasformazione e/o l'immobilizzazione in situ (cioè direttamente nel sottosuolo, senza necessità di scavi e asportazioni di materiale) degli inquinanti. Le ridotte dimensioni conferiscono alle particelle un'elevata superficie specifica, che le rende estremamente reattive nei

confronti di un'ampia varietà di contaminanti organici e inorganici. Ad oggi i nanomateriali di maggior interesse sono quelli a base di ferro: le particelle di ferro zerovalente [2, 3] microscopico (MZVI) o nanoscopico (NZVI) sono note per la loro efficacia nella dealogenazione riduttiva di numerosi inquinanti organici (principalmente composti organo alogenati, ma anche pesticidi) e nell'immobilizzazione dei metalli pesanti; gli ossidi di ferro [4] sono invece impiegati per la rimozione di metalli pesanti o quali accettori elettronici durante i processi di biodegradazione di composti organici (ad esempio i BTEX).

L'elevata reattività delle particelle ferrose non è tuttavia sufficiente da sola a garantirne un'efficace applicazione in campo. Infatti la stabilità colloidale dei nanoreagenti e la loro mobilità nel sottosuolo, sia durante l'iniezione sia nelle fasi immediatamente successive, costituiscono due aspetti critici per il successo di un intervento di *nanoremediation*. Quando vengono disperse in acqua, le particelle micrometriche sedimentano rapidamente a causa delle dimensioni e del peso specifico elevati, mentre i materiali nanometrici tendono ad aggregare, e di conseguenza a sedimentare, a causa di una forte attrazione di tipo magnetico tra le particelle. Entrambi questi fenomeni rendono difficile il dosaggio dei reagenti nel sottosuolo.

Il Groundwater Engineering Group del Politecnico di Torino, grazie all'esperienza maturata nell'ambito di tre progetti europei e diversi progetti di ricerca industriali, ha sviluppato approcci innovativi per la stabilizzazione delle sospensioni di ferro mediante l'utilizzo di polimeri biodegradabili ecocompatibili. Questi biopolimeri non solo modificano le proprietà superficiali delle particelle, limitandone conseguentemente l'aggregazione, ma conferiscono al fluido anche proprietà reologiche non-Newtoniane di tipo shear thinning che garantiscono contemporaneamente stabilità alle sospensioni e facilità di iniezione nel sottosuolo.

La distribuzione dei reagenti in acquifero può essere ottenuta tramite tecniche di iniezione per permeazione all'interno di pozzi o piezometri appositamente progettati o, in alternativa, per fratturazione mediante iniezione in pozzi o più frequentemente con sistemi a infissione diretta



(direct push). L'iniezione per permeazione, ottenuta utilizzando basse portate e pressioni, non altera la struttura del sottosuolo (il reagente che viene iniettato spiazza l'acqua di falda all'interno dei pori); essa quindi consente di ottenere una distribuzione omogenea del reagente nell'intorno del punto di immissione, ma i raggi di influenza risultano tipicamente limitati. L'iniezione per fratturazione, ottenuta ad alte portate e/o pressioni, crea invece vie preferenziali per la migrazione dei reagenti, consentendo di

raggiungere distanze maggiori dal punto di iniezione, ma dando origine ad una distribuzione finale del reagente fortemente disomogenea. La scelta del metodo di iniezione più adeguato è determinata da fattori caso-specifici, tra i quali la distribuzione granulometrica del mezzo poroso, la viscosità del fluido iniettato e la taglia dimensionale delle particelle utilizzate [5].

Il successo della *nanoremediation* dipende da una progettazione efficace e dettagliata dell'intervento, mirata all'ottimizzazione dei parametri operativi coinvolti. A questo scopo, il Groundwater Engineering Group ha sviluppato un pacchetto modellistico, costituito dai software MNMs ed MNM3D [6] (www.polito.it/groundwater/software), che consente di simulare l'iniezione e il trasporto di particelle in geometria 3D ed in condizioni idro-chimiche complesse. Questi software, attraverso un approccio integrato sperimentale-modellistico, possono essere impiegati per supportare la progettazione di interventi di *nanoremediation* dalla scala di laboratorio alla scala di campo e per ottenere stime quantitative affidabili di importanti parametri operativi, quali il raggio di influenza dell'iniezione, la distribuzione delle particelle nell'intorno del pozzo, la portata e le concentrazioni dei reagenti da applicare [5, 7]. Il GW ha infine recentemente sviluppato e brevettato gli approcci *NanoTune* e *AquiRem*, due metodi innovativi volti a migliorare e ottimizzare il processo di *nanoremediation*.

NanoTune consente di ottenere, in modo controllato, la formazione di una zona reattiva all'interno di una porzione prescelta e limitata del mezzo poroso [4]. Questo approccio sfrutta l'iniezione sequenziale e modulata di una sospensione stabile di nanoparticelle e di un agente ritardante che, dopo una prima fase di migrazione ottimale dei nanomateriali in falda, induce una successiva deposizione controllata degli stessi nella zona desiderata. Il metodo permette quindi di ottenere una distribuzione modulata delle nanoparticelle che vengono così concentrate in prossimità della zona contaminata, portando ad una riduzione dei costi di bonifica ed un aumento dell'efficacia dell'intervento.

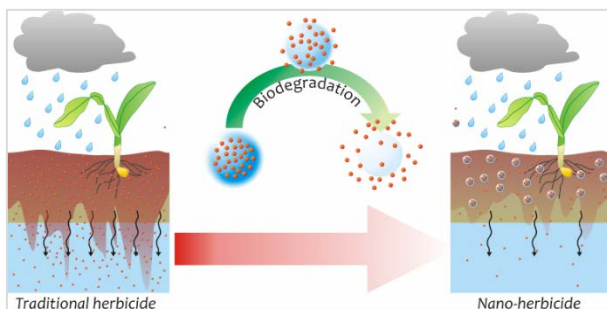
Il metodo *AquiRem* prevede, invece, l'iniezione nel sottosuolo di una formulazione di reagenti ecocompatibili appositamente studiata dai ricercatori del Politecnico per consentire la formazione delle particelle reattive direttamente all'interno del sistema acquifero. Questo consente di superare in modo definitivo le limitazioni legate alla scarsa stabilità colloidale e mobilità in falda delle nanoparticelle, che con questo approccio non vengono più iniettate nel sottosuolo, ma prodotte all'interno della matrice porosa a partire dall'immissione di reagenti in fase liquida.

Il recente sviluppo di soluzioni tecniche innovative e strumenti modellistici avanzati ha permesso di ottimizzare il processo di progettazione e applicazione della *nanoremediation*, portando ad un graduale incremento del numero di applicazioni di questa tecnica: ad oggi a livello mondiale si contano oltre un centinaio di interventi di *nanoremediation* basati sull'impiego di particelle micrometriche o nanometriche a base di ferro.

Nanotecnologie per erbicidi green

L'ampio uso di pesticidi è una pratica comune e spesso inevitabile in agricoltura, ma presenta numerosi inconvenienti legati alla loro tossicità e alla mobilità nell'ambiente, che possono variare notevolmente tra i differenti prodotti. Diversi composti ampiamente utilizzati sono molto efficaci nel controllo degli organismi nocivi, ma sono tossici per l'uomo e gli animali, scarsamente degradabili e tendono ad accumularsi nel suolo, nel sottosuolo e nell'acqua. Altri composti sono meno tossici e persistenti, ma il loro utilizzo è limitato, poiché troppo volatili o solubili, e, di conseguenza, una grande quantità di prodotto applicato in campo si perde nell'ambiente. Gli erbicidi sono particolarmente rilevanti in questo senso, essendo i pesticidi più utilizzati e di conseguenza quelli più frequentemente rilevati nelle acque.

Un'agricoltura meno dipendente dai fitofarmaci è uno dei principali obiettivi del Green Deal Europeo, approvato a inizio 2020, che guiderà le politiche economiche ed ambientali dell'Unione nel prossimo decennio. In particolare, la Strategia "Dal produttore al consumatore" (maggio 2020) prevede la messa in opera di azioni legislative ed economiche volte a ridurre del 50% l'uso di pesticidi chimici, e, in particolare, l'uso dei pesticidi più pericolosi, entro il 2030. In quest'ottica, il GW ha sviluppato un nuovo approccio basato sull'utilizzo di nanoparticelle di origine naturale in grado di proteggere gli erbicidi solubili, indirizzarli alle erbe infestanti e limitare la diffusione incontrollata in ambiente.



La nano-formulazione è costituita da nanoparticelle ingegnerizzate, composte da materiali biocompatibili e biodegradabili, utilizzate come veicolo per l'erbicida (il cosiddetto ingrediente attivo). Una volta applicate in campo, le particelle rilasciano l'erbicida dove necessario, limitando le perdite nel sottosuolo dovute a precipitazioni o all'irrigazione. Pertanto la quantità di

ingrediente attivo richiesta per un efficace trattamento in campo può essere significativamente ridotta rispetto alle formulazioni tradizionali. L'approccio seguito per gli erbicidi è, inoltre, potenzialmente applicabile ad altri prodotti agrochimici (insetticidi, fertilizzanti ecc.), aprendo così prospettive per una famiglia di prodotti nano-formulati con un impatto ambientale ridotto.

Ringraziamenti

I lavori menzionati sono stati cofinanziati da Compagnia di San Paolo e dall'Unione Europea nell'ambito del programma quadro FP7 e H2020.

BIBLIOGRAFIA

- ¹R. Sethi, A. Di Molfetta, *Groundwater Engineering: A Technical Approach to Hydrogeology, Contaminant Transport and Groundwater Remediation*, Springer International Publishing, 2019.
- ²F. Mondino *et al.*, *Water (Switzerland)*, 2020, **12**(3), 1.
- ³T. Tosco *et al.*, *Journal of Cleaner Production*, 2014, **77**, 10.
- ⁴C. Bianco *et al.*, *Scientific Reports*, 2017, **7**(1), art. no. 12922.
- ⁵T. Tosco, C. Bianco, R. Sethi, *An Integrated Experimental and Modeling Approach to Assess the Mobility of Iron-based Nanoparticles in Groundwater Systems*, in *Iron nanomaterials for water and soil treatment*, New York, 2018, 89-118.
- ⁶C. Bianco, T. Tosco, R. Sethi, *Journal of Contaminant Hydrology*, 2016, **193**, 10.
- ⁷M. Velimirovic *et al.*, *Water (Switzerland)*, 2020, **12**(4), 1207.

Attualità

SUNSPACE: L'INTONACO PER INTRAPPOLARE IL PM*

Elza Bontempi, Alessandra Zanoletti, Antonella Cornelio

INSTM e Laboratorio di Chimica per le Tecnologie

Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale

Università di Brescia

elza.bontempi@unibs.it

alessandra.zanoletti@unibs.it

a.cornelio001@unibs.it

SUNSPACE è un materiale poroso innovativo, con basso impatto ambientale, prodotto a partire da scarti industriali con un processo termico a bassa temperatura. I pori a “collo di bottiglia” intrappolano il particolato atmosferico (PM), rendendo SUNSPACE il materiale ideale da applicare come intonaco. Le prove sperimentali effettuate dimostrano una capacità di intrappolamento pari a 30 g/m² di PM.

SUNSPACE: the Plaster to PM Capture

SUNSPACE is an innovative porous material, with a low environmental impact, produced by industrial waste and low temperature thermal process. The “ink bottle” shaped pores can trap the airborne particulate matter (PM), making SUNSPACE the ideal material to apply as plaster. The experimental tests show an entrapment capacity equal to 30 g/m² of PM.

L'inquinamento atmosferico è il principale fattore di rischio ambientale per la salute dell'uomo in ambiente urbano. Tra gli inquinanti che destano maggiore preoccupazione troviamo sicuramente il particolato atmosferico (PM), presente soprattutto nelle aree urbane. Oltre ad avere origine naturale, generato, per esempio, da eruzioni vulcaniche o incendi, il PM può essere prodotto anche da attività antropiche, quali il traffico, emissioni industriali ed il riscaldamento domestico. Un'ulteriore distinzione può essere fatta fra PM emesso direttamente in atmosfera, particolato primario, oppure particolato secondario, ovvero quello che si forma reagendo con altre sostanze presenti nell'aria. La preoccupazione legata a questo inquinante è dovuta al grande rischio per la salute umana: il PM è infatti responsabile di malattie respiratorie e cardiovascolari a causa della capacità di queste particelle di penetrare nell'apparato respiratorio [1]. Un'ampia percentuale delle popolazioni europee è esposta ad una concentrazione di PM che supera gli standard europei e, soprattutto, le linee guida per la qualità dell'aria stabilite dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Elevate concentrazioni di PM hanno impatto non solo sulla salute umana, ma anche sulla produzione di energia: la presenza di particolato in aria causa una riduzione della radiazione solare incidente sui pannelli solari, con conseguente diminuzione

*L'Energy Globe Award, il maggior riconoscimento internazionale in campo di sostenibilità ambientale, è andato quest'anno al progetto SUNSPACE, che si è aggiudicato il premio a livello nazionale. Condotta da ricercatori INSTM guidata da Elza Bontempi nel Laboratorio di Chimica per le Tecnologie dell'UdR di Brescia, il progetto è risultato vincitore tra 2500 progetti presentati da più di 180 Paesi.

dell'energia elettrica prodotta e perdite a livello economico, evento che potrebbe riflettersi in una diminuzione degli investimenti sulle energie rinnovabili.

Un ulteriore problema ambientale è legato al sempre maggiore uso delle materie prime e alla crescente produzione di rifiuti che, destinati alla discarica, occupano spazi sempre più ampi, costituendo un problema sia dal punto di vista ambientale che paesaggistico. È evidente la necessità di trovare un modo ecosostenibile che permetta di dare nuova vita a quelli che fino a qualche anno fa erano considerati solo degli scarti.

L'attuale situazione ambientale sottolinea il bisogno di mettere in atto politiche di riduzione delle concentrazioni di particolato, che si riscontrano soprattutto nelle città, e metodi che permettano il riciclo al fine di minimizzare il loro impatto ambientale.

I materiali commerciali più utilizzati, come filtri dell'aria, quali polietilene, poliammide e polistirene sono materiali spesso a base di petrolio, che rendono elevato il loro impatto ambientale. Un altro svantaggio dei filtri esistenti è che sono monouso, la rigenerazione non viene contemplata, rendendo quindi la sostituzione del filtro la pratica più utilizzata.

Per questo motivo la Commissione Europea ha richiesto lo sviluppo di materiali innovativi, sostenibili e a basso costo, per la riduzione del particolato a livello urbano.

Il team del laboratorio di Chimica per le Tecnologie (Chem4Tech) dell'Università degli Studi di Brescia (<http://chem4tech.unibs.it/>) ha deciso di rispondere a questa richiesta, realizzando un nuovo materiale poroso nominato SUNSPACE "SUSTaiNable materials Synthesized from by-Products and Alginates for Clean air and better Environments", per l'intrappolamento del particolato atmosferico (<https://www.youtube.com/watch?v=WVlj8UX4Dlq&feature=youtu.be>).

Il materiale è stato realizzato con prodotti di scarto industriale, quali fumo di silice, e materiali usati in campo alimentare, come alginato di sodio e bicarbonato di sodio, mediante un processo sol-gel a basso costo e un trattamento termico eseguito a basse temperature (circa 70 °C). La decomposizione del bicarbonato a basse temperature ha permesso la formazione di pori a forma di "collo di bottiglia", necessari per l'intrappolamento del particolato più fine e quindi più dannoso per la salute umana [2]. In Fig. 1 viene schematizzato il processo di sintesi di SUNSPACE.

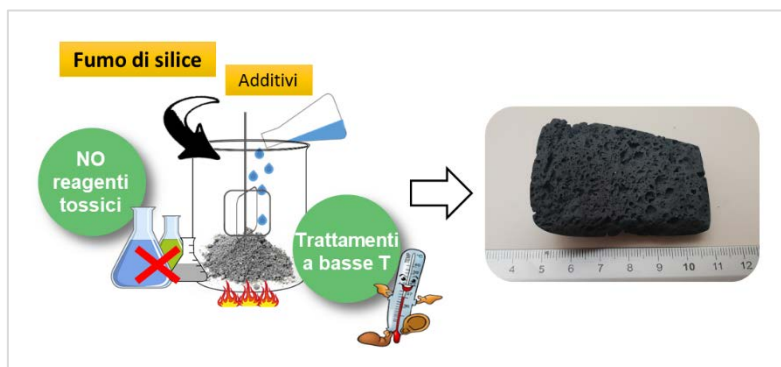


Fig. 1 - Processo di formazione di SUNSPACE

L'utilizzo di rifiuti e materiali derivati, anziché prodotti chimici commerciali, può essere considerato un approccio sostenibile e sicuro per il risanamento ambientale. Questo nuovo approccio è stato definito "Chimica Azzurra" [3] e si prefigge lo scopo del risanamento e della bonifica mediante soluzioni sostenibili in termini di energia, materiali ed emissioni.

L'analisi di sostenibilità di SUNSPACE è stata valutata considerando le energie e le emissioni coinvolte nella produzione del materiale. In particolar modo mediante il software CES Selector sono state calcolate: Embodied energy (EE) e Carbon footprint (CF) di SUNSPACE. EE è l'energia necessaria per la produzione di 1 kg di materiale, mentre CF è l'emissione in termini di CO₂ generata in atmosfera durante la produzione di 1 kg di materiale.

Le analisi effettuate dimostrano una maggiore sostenibilità di SUNSPACE rispetto ai materiali comunemente usati nella realizzazione dei filtri. Infatti, dal momento che il principale materiale utilizzato per ottenere SUNSPACE (fumo di silice) è un sottoprodotto, le energie coinvolte nella sua sintesi sono paragonabili alle energie necessarie per produrre materiali naturali. In particolare, risulta che SUNSPACE può essere considerato simile al cemento per quanto riguarda la sostenibilità, rendendo questo materiale molto promettente nel campo delle costruzioni.

L'idea è di applicare il materiale poroso come intonaco, su pareti, tegole, tetti o bordi stradali. Di conseguenza è stato progettato per essere applicato a spruzzo su una qualsiasi superficie urbana. La Fig. 2 è un esempio di applicazione del materiale su una parete interna di un edificio realizzato presso la nostra università dal Dipartimento di Ingegneria Civile. Per facilitare l'applicazione del materiale mediante spruzzo, si è pensato all'eliminazione del trattamento termico. A tale scopo è stato introdotto l'acido citrico, in sostituzione all'acqua.



Fig. 2 - Applicazione di SUNSPACE mediante spruzzo su una parete interna di un edificio realizzato presso UniBs

La reazione che ne deriva ha permesso la formazione dei pori, in assenza di trattamento termico. Le caratterizzazioni porosimetriche di questo materiale non hanno evidenziato differenze morfologiche rispetto al SUNSPACE classico [4].

SUNSPACE è un materiale ispirato alla natura. Nelle nostre città attualmente la vegetazione è l'unico mezzo sostenibile per intrappolare il PM, che viene trattenuto grazie alla morfologia superficiale delle foglie. SUNSPACE può essere facilmente rigenerato attraverso le precipitazioni. Così come accade per le foglie, una volta dilavato, l'intonaco è in grado di intrappolare nuovamente altro PM. L'acqua di lavaggio verrebbe convogliata in sistemi fognari urbani e successivamente trattata in impianti di depurazione urbana.

Numerosi sono stati i test sperimentali eseguiti per valutare le capacità di intrappolamento del particolato del nostro nuovo materiale. Alcuni di questi test sono stati realizzati in condizioni non controllate, ovvero esponendo SUNSPACE al PM generato da bastoncini di incenso, candele, fumo di sigaretta, tubo scappamento automobile diesel o posizionandolo per tempi stabiliti in differenti luoghi: in un'azienda metalmeccanica, in una zona residenziale o nei pressi di una strada trafficata [3],[5, 6]. Altri test sono stati eseguiti in condizioni controllate, ovvero depositando direttamente sulla superficie di SUNSPACE nanoparticelle di ferro o di ossido di titanio[4, 6].

È stato dimostrato che SUNSPACE riesce ad intrappolare 30 g/m^2 di PM [3]. In base ai dati riportati in letteratura questa quantità è di due ordini di grandezza superiore rispetto alla quantità di particelle fini che possono essere accumulate dalle foglie. Questo significa che

impiegando SUNSPACE per rivestire ad esempio solo le tegole, in una città come New York, dove i tetti occupano globalmente una superficie di 92 milioni di m², possono essere intrappolate circa 2700 tonnellate di polveri sottili.

SUNSPACE ha riscosso numerosi successi, a partire dal premio “Italiadecide” (12 febbraio 2018), in presenza del Presidente della Repubblica, premio “Oscar Masi” (24 maggio 2018) dell’Associazione Italiana Ricerca Industriale (AIRI), premio “Gaetano Marzotto” (22 novembre 2018) e “Innovation Village” (4 aprile 2019). Recentemente SUNSPACE ha vinto, a livello nazionale, l’“Energy Globe Award”, il maggior riconoscimento mondiale in campo di sostenibilità ambientale (<https://www.energyglobe.info/national/winner/italy>).

Il premio Gaetano Marzotto ha permesso la collaborazione con Italcementi, leader italiano nel campo dei materiali da costruzione, consentendo uno studio più approfondito del materiale per un suo possibile sviluppo su scala industriale. Il colore di SUNSPACE purtroppo ne rappresenta un limite estetico se lo si vuole utilizzare come rivestimento o intonaco per edifici. Per questo motivo la ricerca sta proseguendo con nuovi studi al fine di migliorarne le caratteristiche estetiche e meccaniche [7].

In Fig. 3 due giovani ricercatrici del team del Chem4Tech coinvolte nella formulazione e caratterizzazione di SUNSPACE.

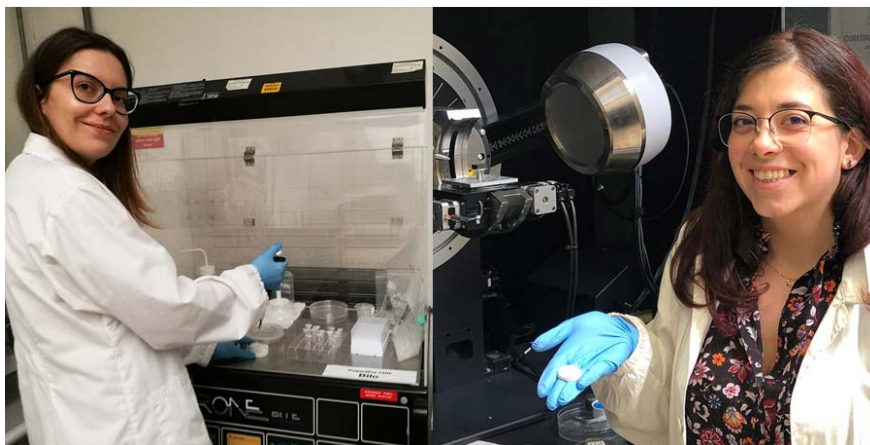


Fig. 3 - A sx Alessandra Zanoletti e a dx Antonella Cornelio, giovani ricercatrici del team Chem4Tech

Ringraziamenti - Si ringrazia il Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (INSTM) e Regione Lombardia per il finanziamento della ricerca attraverso il progetto BASALTO. Un doveroso ringraziamento all’Università degli Studi di Bologna, Trieste e Brema, al Centro di ricerca Europeo (JRC), e alle aziende Italcementi e Delta Phoenix per l’importante collaborazione.

BIBLIOGRAFIA

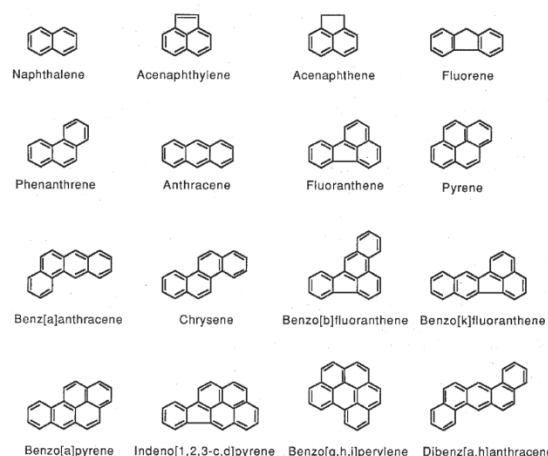
- ¹K.H. Kim *et al.*, *Environmental International*, 2015, **74**, 136.
- ²A. Zanoletti *et al.*, *Frontiers in Chemistry*, 2018, **6**, article no. 60.
- ³A. Zanoletti *et al.*, *Journal of Environmental Management*, 2018, **218**, 355
- ⁴A. Zanoletti *et al.*, *Sustainable Cities and Society*, 2020, **53**, 101961.
- ⁵F. Bilo *et al.*, *Journal of Nanomaterials*, 2019, article ID 1732196, 1.
- ⁶A. Zanoletti *et al.*, *Frontiers in Chemistry*, 2018, **6**, Article 534.
- ⁷E. Bontempi *et al.*, *Materials Science Forum*, 2018, **941**, 2237.

Attualità

LE SOSTANZE CHIMICHE TOSSICHE NELLE LISTE DELL'ECHA. NOTA 1 - I PRODOTTI AROMATICI DA 1 A 6 ANELLI

Ferruccio Trifirò

Diversi prodotti aromatici da 1 a 6 anelli hanno delle restrizioni nel loro uso in Europa, essendo presenti nelle liste delle sostanze sotto controllo da parte dell'ECHA, nell'ambito della direttiva Reach. In questa nota sono riportati gli aromatici costituiti solo da atomi di C e H presenti nella "Candidate List", nella "Authorization List", nella "Restriction List", nella lista delle sostanze "CoRAP" e nella "Preregistration List".



Con questa nota si inizierà una serie di articoli sulla tossicità per il genere umano e per l'ambiente di sostanze chimiche presenti sul mercato, riportate come famiglie nella lista delle sostanze sotto controllo da parte dell'ECHA (Agenzia Europea della Chimica). Si partirà con la famiglia degli Idrocarburi Poli aromatici (chiamati IPA o PAH in inglese). In particolare, si analizzeranno gli aromatici costituiti solo da atomi di C e H che sono o si potrebbero trovare all'interno di prodotti e articoli presenti sul mercato in Europa, che sono stati inseriti, a causa della loro tossicità nelle 3 liste delle obbligazioni, emanate dall'ECHA, a cui sono sottoposte le industrie in Europa: la "Candidate List" [1], l'"Authorization List" [2] e la "Restriction List" [3]. Esiste anche la lista delle Sostanze "CoRAP" [4] dove sono riportate quelle registrate ma poco tossiche, non presenti per adesso in nessuna delle precedenti liste. Tutte le sostanze sono presenti anche nella "Preregistration List" [5] dove è possibile trovare le sostanze presenti sul mercato non tossiche e/o poco utilizzate in Europa e quindi non presenti nelle precedenti liste.

Nella "Candidate List" sono riportate le "Sostanze estremamente preoccupanti" (SVHC), presenti in concentrazione >0,1% in peso negli articoli in commercio, della cui presenza devono essere subito informati i consumatori, tramite le etichette poste sui prodotti e che sono "candidate" per essere collocate nella "Authorization List" e quindi potrebbero essere eliminate dal mercato. Le sostanze "SVHC" sono le seguenti: quelle che hanno tossicità per il genere umano 1A e 1B (ossia o sono sicuramente tossiche o probabili), o che hanno specifiche tossicità per gli organismi umani e l'ambiente equivalenti alle precedenti (per esempio gli interferenti endocrini) o sono PBT (persistenti, bioaccumulanti e tossiche) o vPvB (molto persistenti e molto bioaccumulanti). Il tipo di tossicità delle diverse sostanze riportate in questa nota è presa dal regolamento CLP (Classification, Labeling and Packaging of Substances) dell'Europa.

Le sostanze "SVHC" è molto probabile che nel corso degli anni potranno essere inserite nella "Authorization List", a seguito del loro tossicità e, per rimanere sul mercato, avranno bisogno di una autorizzazione da parte dell'ECHA [6-9]. È altrettanto prevedibile che passeranno dalla "Candidate List" all'"Authorization List" le sostanze presenti nei prodotti utilizzati in grandi quantità e che durante il loro uso possono essere immesse nell'ambiente e/o avere contatti con

il genere umano. Queste sostanze saranno eliminate dal mercato e sarà data l'autorizzazione da parte dell'ECHA solo per gli usi meno pericolosi (per esempio se utilizzate come intermedi). Infine ci sono le sostanze presenti nella "Restriction List" che hanno solo diverse restrizioni in alcuni dei loro utilizzi, a causa della loro tossicità, e la restrizione consiste in un limite di concentrazione in peso della loro presenza in alcuni o in tutti quegli articoli presenti sul mercato.

Nella "Restriction List" sono presenti sia sostanze che sono nelle due precedenti liste, ma anche sostanze tossiche non presenti in queste due liste che sono presenti sul mercato in Europa ma anche non presenti. Nella "Restriction List" sono infatti presenti anche sostanze tossiche che non sono componenti dei formulati presenti sul mercato, perché utilizzate solo per produrre



intermedi (per esempio il benzene ed il toluene), ma che potrebbero essere presenti come impurezza nei prodotti e per questo ci sono restrizioni sulla la loro concentrazione nei diversi prodotti. Inoltre nella "Restriction List" ci sono

sostanze tossiche che per adesso non sono presenti sul mercato o lo sono poco e quindi per questo non sono state inserite nella "Candidate List", ma che potrebbero entrare in futuro sul mercato, come alternative alle attuali "SVHC" che verranno eliminate (per esempio alcuni aromatici a 5 anelli) e per precauzione viene proibita la loro presenza nei prodotti sul mercato. È quindi necessario per i chimici conoscere le sostanze presenti in queste liste per iniziare la ricerca per trovarne alternative meno pericolose.

Esiste anche la lista delle sostanze presenti nel documento CoRAP (Community Rolling Action Plan) che include quelle che possiedono bassa tossicità o solo sono sospette tossiche, ma utilizzate in grandi quantità e con usi dispersivi e per questo sono sotto analisi da parte di uno Stato Europeo per verificare la loro pericolosità, per una loro eventuale collocazione nelle precedenti liste o per dichiarare definitivamente la loro non pericolosità.

I prodotti aromatici che saranno descritti in questa nota derivano in gran parte dalla distillazione del catrame, prodotto dal trattamento del carbone fossile in assenza di ossigeno ad alta temperatura e dalla combustione incontrollata di sostanze organiche. Alcuni, sono presenti anche nell'asfalto e quindi vengono immessi nell'atmosfera, o possono derivare dalla combustione incontrollata di carburanti fossili, da incendi forestali, da emissioni industriali, da emissioni di vulcani; alcuni aromatici possono anche essere presenti negli alimenti per contaminazione ambientale, per trattamenti termici di cottura e processi di loro lavorazione. Solo il benzene, il toluene ed il naftalene possono essere generati anche da frazioni petrolifere, infine, alcuni possono essere ottenuti per sintesi chimica.

I diversi aromatici presentano proprietà differenti, in particolare con l'aumento del numero degli anelli aromatici si abbassa la reattività, aumenta la temperatura di fusione e di ebollizione, si incrementa il carattere lipofilo e varia la tossicità. I prodotti aromatici analizzati in questa nota in gran parte sono impiegati per produrre altre sostanze e sono poco presenti in prodotti venduti sul mercato e sono costituiti da 2 a 6 in cui sono contenuti solo da atomi di C e H, senza la presenza di altri elementi; sono riportati anche il benzene e il toluene che non sono poliaromatici. Sono quasi tutti presenti in almeno una delle tre liste di obbligazioni dell'ECHA, ad eccezione della "naftalina", che compariva nella lista delle sostanze CoRAP [4], ma che è stata eliminata nel 2016, perché non considerata una sostanza ad alto rischio e del "dibenzo[b,d,e,f]crisene", che per adesso è presente solo nella lista delle sostanze preregistrate [5], pur essendo tossico, probabilmente perché poco utilizzato e poco presente in prodotti ad uso dispersivo. I riferimenti di ogni prodotto trattato in questa nota si trovano nei documenti dell'ECHA ed è sufficiente scrivere sui motori di ricerca il nome della sostanza in inglese seguita da "Substance Information ECHA" [10], per avere tutte le necessarie informazioni riguardo la tossicità e la loro posizione nelle 5 liste.

Aromatici a 1 e 2 anelli

Le molecole qui riportate non sono nella Candidate List ed in particolare il benzene e il toluene sono solo presenti nella "Restriction List", mentre la naftalina era presente nella lista delle sostanze CoRAP.

Il benzene (C_6H_6) è cancerogeno di cat. 1A, mutageno di cat. 1B ed è utilizzato in Europa da 1 a 10 milioni di t/a, oramai da anni riconosciuto altamente tossico, non è tuttavia considerato SVHC, perché non è presente come componente dei formulati in commercio, infatti viene impiegato solo come intermedio industriale; potrebbe, tuttavia, essere presente nei prodotti come impurezza e per questo è stato introdotto nella "Restriction List". Le sue restrizioni sono le seguenti: non può essere presente in giocattoli o in loro parti e in oggetti per bambini con concentrazione $>0,0005\%$ in peso; non può essere presente in tutti i prodotti sul mercato con

concentrazione uguale o $>0,1\%$ in peso.

Ci sono, però, le seguenti eccezioni: il benzene può essere presente nella benzina in Europa in concentrazioni $<1\%$ in volume; deve essere emesso dagli impianti che lo utilizzano in concentrazioni minori di quelle stabilite dalle direttive europee ($5 \mu g/m^3$); deve essere presente nel gas naturale con concentrazioni $<0,1\%$ in volume.

Il toluene (C_7H_8) non è presente nella "Candidate List", perché è solo tossico per la riproduzione di cat.



2 (sospetto) ed è nocivo se ingerito o inalato di cat. 2. Il toluene è utilizzato in Europa in quantità da 100 mila a 10 milioni di t/a ed è addizionato alle benzine per le sue qualità antidetonanti, ed è usato come solvente di lacche, resine e adesivi, come materia prima per diversi prodotti fra i quali il trinitrotoluene, l'acido benzoico (dal quale si può ottenere fenolo o caprolattame). Quindi il toluene non è una sostanza molto tossica, ma essendo usata in grandi quantità è sotto restrizioni solo nei prodotti che comportano emissioni nell'atmosfera durante il loro uso, venendo a contatto con il genere umano e l'ambiente e per questo è stato inserito nella "Restriction List". Le restrizioni per l'uso del toluene sono le seguenti: non può essere presente negli adesivi e nelle pitture spray che vanno senz'altro a contatto con il genere umano in concentrazione uguale o $>0,1\%$ in peso.

La naftalina ($C_{10}H_8$) è solo cancerogena di cat. 2, ma presenta anche tossicità acuta e cronica per gli organismi acquatici di cat. 1 ed è impiegata in Europa in quantità da 10 mila a 1 milione di t/a, per questo, nel passato, era stata considerata una sostanza CoRAP, ma dopo è stata cancellata, perché considerata non pericolosa, dopo un'accurata analisi, perché possiede bassa tossicità ed è usata essenzialmente nell'industria come intermedio. La naftalina in passato era stata anche utilizzata come insetticida contro le tarme, quindi un uso dispersivo, ma questo uso oramai è proibito in Europa. La naftalina oltre che dal catrame di carbone fossile, può essere ottenuta tramite idrodealchilazione, termica o catalitica, di residui ricchi in alchilnaftalina provenienti dal cracking catalitico di frazioni petrolifere.

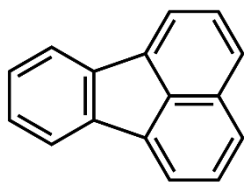
Aromatici a 3 anelli

Le sostanze aromatiche a 3 anelli, qui riportate, sono tutte SVHC e in gran parte sono utilizzate come intermedi per produrre altre sostanze, ma sono anche presenti in prodotti che vanno sul mercato. Tutti questi aromatici sono prodotti dalla distillazione del catrame di carbone fossile e si generano anche dalla combustione incontrollata di sostanze organiche e dalle emissioni di autoveicoli e di impianti industriali.

L'antracene ($C_{14}H_{10}$) è una sostanza SVHC perché PBT e vPvB (inoltre presenta tossicità acuta e cronica per gli organismi acquatici di cat. 1 ed è cancerogeno di cat. 2). Trova impiego come diluente per agenti concianti e preservanti del legno, materiali di rivestimento, insetticidi ed è

largamente usato come prodotto di partenza per preparare intermedi per pigmenti e coloranti, in particolare antrachinone e alizarina.

Il fenantrene ($C_{14}H_{10}$), un isomero dell'antracene, è SVHC perché è vPvB (possiede anche tossicità acuta e cronica per il sistema acquatico di cat. 1) ed è impiegato per produrre coloranti, plastiche, pesticidi e farmaci, infatti è stato utilizzato per produrre acidi biliari, colesterolo e steroidi.



Il fluorantene ($C_{16}H_{10}$) è SVHC perché PBT e vPvB (inoltre presenta tossicità acuta e cronica per il sistema acquatico di cat. 1), ed è utilizzato per la produzione di prodotti chimici per agricoltura, coloranti, prodotti farmaceutici, pesticidi e plastiche termoindurenti.

L'olio di antracene ($C_{10}H_8$ - $C_{16}H_{12}$), una miscela in gran parte di antracene, fenantrene e carbazolo (quest'ultimo composto contiene il gruppo NH), è l'unico aromatico presente in tutte le tre liste dell'ECHA. L'olio di antracene è SVHC perché cancerogeno di cat. 1B, PBT e vPvB ed è importato in Europa fra 10.000 e 100.000 t/a. L'olio di antracene si ottiene per distillazione frazionata del catrame e si concentra nella frazione che bolle tra 300 e 400 °C a pressione atmosferica, è presente anche nella "Authorization List" ed a partire dal 4/10/2020 sarà necessaria un'autorizzazione per il suo utilizzo e l'esenzione al suo uso sarà prevista solo se impiegato come intermedio. L'olio di antracene è presente anche nella "Restriction List" nella famiglia degli oli aromatici e il suo uso consentito è per il trattamento del legno, solo in impianti industriali (con impianti di abbattimento delle emissioni) che lo utilizzano per trattare legni, che poi non verranno a contatto con il genere umano, ma vanno sul mercato per usi professionali e industriali, come opere ferroviarie, usi agricoli, porti e staccionate. Nella "Restriction List" nella famiglia degli oli aromatici, dove è presente l'olio di antracene, compaiono anche altri diversi oli derivati dal catrame di carbone fossile e dal catrame del legno contenenti anelli aromatici da 2 a 4, che, oltre ad essere cancerogeni di cat. 1B, PBT e vPvB, sono anche mutageni di cat. 1B.

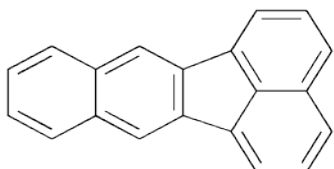
Aromatici a 4 e 5 anelli

Gli aromatici a 4 e 5 anelli, riportati in questa nota, con l'eccezione di uno, che non è cancerogeno come tutti gli altri, sono tutti presenti nella "Restriction List" dell'ECHA, all'interno della stessa famiglia, definita dei Poliaromatici (IPA). Tutti questi IPA sono presenti nella "Pece, catrame di carbone, alta temperatura", nel catrame prodotto dal legno e nel bitume del petrolio, nei prodotti di combustione incompleta di sostanze organiche e del loro trattamento ad alta temperatura in assenza di ossigeno, nelle emissioni di autoveicoli a gasolio e benzina, nei fumi di sigarette e di incendi forestali, nelle emissioni industriali in cui vengono trattate gomme e plastiche, dei trattamenti siderurgici e della lavorazione di rocce asphaltiche e bituminose. Questi aromatici presenti nella "Restriction List" sono tutti cancerogeni di cat. 1B e di questi, alcuni che sono anche PBT, sono presenti singolarmente anche nella "Candidate List". Gli aromatici che compaiono nella "Restriction List", anche se non sono prodotti come singola sostanza, possono essere presenti come impurezza o coprodotti da soli o in miscela con altri IPA, in particolare in granuli e pacciami derivati da rifiuti di gomme, o come impurezza del nero di carbone o formati per degradazione di altri materiali all'interno delle gomme e come contaminanti ambientali. Il loro uso è soggetto alle seguenti restrizioni da parte dell'ECHA: in articoli a contatto con la pelle del genere umano o a contatto orale (come oggetti sportivi e domestici) la concentrazione di questi IPA deve essere <0,0001% in peso del prodotto; nelle gomme per pneumatici la concentrazione del benzo(a)pirene deve essere <0,0001% in peso, mentre quella della miscela degli altri IPA deve essere <0,001% in peso; nei giocattoli e negli oggetti per la puericoltura (gomme o plastiche) la concentrazione degli IPA deve essere <0,00005% in peso. Inoltre è proibito il loro uso per la produzione dei cosmetici.

Vengono riportati prima i diversi poliaromatici presenti in questa "Restriction List" che sono anche SVHC.

Il crisene ($C_{18}H_{12}$) è SVHC perché cancerogeno di cat. 1B, PBT e vPvB (inoltre presenta tossicità acuta e cronica per il sistema acquatico cat. 1 e mutagena cat. 2) ed è usato per produrre coloranti e preservanti del legno.

Il benzo[a]antracene ($C_{18}H_{12}$) è SVHC perché cancerogeno di cat. 1B, PBT e vPvB (inoltre possiede tossicità acuta e cronica di cat. 1 per gli organismi acquatici). Questo aromatico è utilizzato come diluente nelle gomme per pneumatici e come lubrificante in prodotti per le strade.



Il benzo[k]fluorantene è SVHC perché cancerogeno di cat. 1B, PBT e vPvB (ha anche tossicità acuta e cronica cat. 1 per il sistema acquatico) ed è presente nelle emissioni inquinanti degli IPA in maggiore concentrazione.

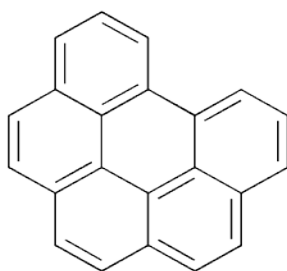
Il benzo[a]pirene è SVHC perché cancerogeno di cat. 1B (ma recentemente è stato dichiarato di cat. 1A), mutageno cat. 1B, PBT e vPvB (possiede anche tossicità acuta e cronica per gli organismi acquatici di cat. 1 e causa reazioni allergiche alla pelle di cat. 1). Questo aromatico è stato la prima sostanza ad essere dichiarata cancerogena nel 1933 ed è usata in rivestimenti anticorrosivi di acciaio e come preservante del legno.

Altri IPA presenti nella "Restriction List" che non sono considerati sostanze SVHC come i precedenti sono i seguenti: il (benzo[b]fluorantene ($C_{20}H_{12}$), il dibenzo[a,h]antracene ($C_{22}H_{14}$), il benzo[j]fluorantene ($C_{20}H_{12}$) e il benzo[e]pirene ($C_{20}H_{12}$). Queste sostanze non sono state considerate SVHC, malgrado siano cancerogeni di cat. 1B e presentino tossicità acuta e cronica per gli organismi acquatici di cat. 1, molto probabilmente perché hanno un basso uso commerciale dichiarato.

Infine viene qui di seguito riportato il poliaromatico a 4 anelli, il pirene ($C_{16}H_{10}$), che non è presente nella precedente "Restriction List", come tutti precedenti poliaromatici molto probabilmente perché non è cancerogeno e anche perché ha un scarso uso in Europa ed è usato essenzialmente come intermedio. Il Pirene è comunque SVHC perché PBT e vPvB (presenta anche tossicità acuta e di lunga durata per gli organismi acquatici di cat. 1) ed è utilizzato come intermedio per produrre benzo[a]pirene, coloranti, plastiche e pesticidi, adesivi e sigillanti.

Aromatici a 6 anelli

Dei due aromatici a 6 anelli qui riportati solo uno è nelle lista dell'ECHA, l'altro è solo presente nella "Preregistration List".



Il benzo[g,h,i]perilene ($C_{22}H_{12}$) è SVHC perché PBT e vPvB (presenta anche tossicità acuta e cronica per gli organismi acquatici di cat. 1) ed è usato nella produzione di coloranti, plastiche e pesticidi. Non è prodotto singolarmente in Europa, ma è presente come impurezza in altri prodotti ed è un componente degli IPA del catrame di carbone fossile ad alta temperatura, è contenuto, inoltre, nel petrolio, nei prodotti di combustione incompleta o di pirolisi di carburanti fossili e di sostanze organiche e di incendi di foreste. Il personale che lavora

nel trattamento del catrame potrebbe venire a contatto con questo poliaromatico.

Il dibenzo[b,d,e,f]crisene (altro nome dibenzo[a,h]pirene) ($C_{24}H_{14}$) è cancerogeno cat. 1B e presenta tossicità acuta e cronica di cat. 1 per gli organismi acquatici, mutageno di cat. 2. Questo poliaromatico, nonostante sia cancerogeno di cat. 1B, attualmente non è presente in nessuna delle prime quattro liste dell'ECHA ed compare solo nella "Preregistration List", molto probabilmente perché poco utilizzato in Europa, ma comunque potrebbe essere presente in alcuni elastomeri e plastiche.

Una miscela di aromatici da 3 a 6 anelli

La "Pece, catrame di carbone, alta temperatura" ("Pitch, Coal Tar, High Temperature) ($C_{10}H_8$ - $C_{22}H_{12}$) è un solido residuo della distillazione del catrame di carbone fossile ad alta temperatura

sotto vuoto (fra 1000 e 1100 °C) ed è costituito da idrocarburi aromatici a nuclei condensati da 3 a 6 anelli (praticamente sono presenti anche quasi tutti gli aromatici descritti precedentemente)



con composizione variabile e anche composti eterociclici (contenenti S, O, N). Questa pece è usata e importata in Europa da 100.000 a 1.000.000 t/a ed è considerata SVHC, perché contiene sostanze cancerogene di cat. 1A, PBT e vPvB (ma che sono anche mutagene di cat. 1B e tossiche per la riproduzione di cat. 1B e presenta tossicità cronica e acuta per gli organismi acquatici di cat. 1).

Questa miscela di aromatici è stata introdotta nella “Authorization List” e dal 24.10.2020 sarà necessaria un’autorizzazione per il suo impiego (praticamente sarà proibita la sua presenza nei prodotti diretti ai consumatori in Europa). Questa pece è attualmente utilizzata in materiali, per esempio, per coperture di tetti, per rivestimenti di superfici, come legante nella fabbricazione di piattelli di argilla, come agglomerante per particolari pitture e vernici, per rivestimenti protettivi per strutture in acciaio e costruzioni in legno, come anti-incrostante in applicazioni marittime, per ottenere smalti usati per proteggere tubi interrati per gas, acqua e olio, per rinforzare le mattonelle refrattarie, come legante per asfalti e anime di fonderia, come componente dei piattelli per il tiro a volo, per produrre mattonelle senza fumo, per formulare estensori per resine, per ottenere formulazioni per produrre film resistenti all’acqua e all’abrasione, usati per rivestire tanniche di stoccaggio, per palificazioni marine e piani di ponti e per costruire tubazioni in carta catramata. Comunque i suoi utilizzi principali sono da parte dell’industria per la produzione di anodi ed elettrodi, nel processo di fusione dell’alluminio, nella produzione di carburo di calcio e di carburo di silicio, del coke di pece, intermedio per produrre la grafite, e per ottenere combustibile utilizzato nei forni di coke e per tutti questi usi molto probabilmente sarà concessa l’autorizzazione all’uso, dato che è utilizzata come intermedio.

Conclusioni

Escludendo il benzene e il toluene, tutti gli altri aromatici elencati in questa nota appartengono alla famiglia degli IPA, contengono 2 o più anelli di benzene uniti fra di loro in un’unica struttura piana attraverso coppie di atomi di carbonio condivise fra anelli adiacenti. È bene ricordare che al di fuori dell’ECHA quando si parla di IPA si intende una famiglia molto più vasta di sostanze, corrispondente a circa 25 idrocarburi aromatici da 2 a 7 anelli condensati (con solo C e H), ma quelli da 3 a 5 anelli presenti nelle liste dell’ECHA sono fra i prodotti che provocano i maggiori danni al genere umano e agli animali. L’eliminazione di queste sostanze chimiche tossiche nei prodotti è necessaria non solo per realizzare un’economia sostenibile, ma anche per facilitare il riciclo dei prodotti a fine vita e ridurre a zero le emissioni di gas serra entro il 2050.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://echa.europa.eu/it/candidate-list-table>
- [2] <https://echa.europa.eu/it/authorization-list>
- [3] <https://echa.europa.eu/substances-restricted-under-reach>
- [4] <https://www.echa.europa.eu/it/web/guest/information-on-chemicals/evaluation/community-rolling-action-plan/CoRAP-table>
- [5] <https://www.echa.europa.eu/information-on-chemicals/pre-registered-substances>
- [6] F. Trifirò, *La Chimica e l’Industria*, 2010, **92**(7), 96.
- [7] F. Trifirò, *La Chimica e l’Industria*, 2011, **93**(6), 98.
- [8] F. Trifirò, *La Chimica e l’Industria*, 2012, **94**(7), 90.
- [9] F. Trifirò, *La Chimica e l’Industria Newsletters*, 2017, **4**(6),3.
- [10] [Naphthalene Substance Information ECHA](#)

Change is here

ChemPubSoc Europe has transformed into Chemistry Europe.



Our mission is

to evaluate, publish, disseminate and amplify the scientific excellence of chemistry researchers from around the globe in high-quality publications.

We represent 16 European chemical societies and support their members at every stage of their careers as they strive to solve the challenges that impact humankind. We value integrity, openness, diversity, cooperation and freedom of thought.

Chemistry Europe

- 16 chemical societies
- From 15 European countries
- Who co-own 16 scholarly journals
- And represent over 75,000 chemists
- With 109 Fellows recognized for excellence in chemistry
- 13 million downloads in 2019
- 9,800 articles published in 2019

www.chemistry-europe.org

Batteries & Supercaps

ChemBioChem

ChemCatChem

ChemElectroChem

ChemistryOpen

Chemistry-Methods

ChemistrySelect

ChemMedChem

ChemPhotoChem

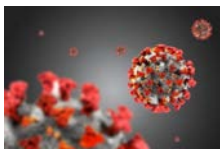
ChemPhysChem

ChemPlusChem

ChemSusChem

ChemSystemsChem

a cura di Luigi Campanella



Sorprende la ripresa generale del coronavirus con il maturare dell'estate e, al tempo stesso, convince sulle colpe assegnate dai tecnici all'imprudenza ed al mancato rispetto delle regole, soprattutto da parte dei giovani. La sorpresa deriva da un lavoro scientifico molto pubblicizzato un paio di mesi fa pubblicato in collaborazione fra l'INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), Università di Milano, Istituti Nazionali Tumori e IRCCS Fondazione Don Gnocchi e relativo alla scarsa resistenza del coronavirus 2019 alla luce solare a causa dell'azione della componente UV dello spettro solare capace in estate di uccidere il virus in pochi minuti, che diventano ore in inverno e molte ore in presenza di inquinanti capaci di bloccare la radiazione virucida. Tale capacità della radiazione solare era nota da tempo per altri virus, ma non per il covid-19. Il problema però è più complesso: la componente UV della luce solare attiva contro il virus è quella meno presente nello spettro solare e per fortuna sia così, dati i suoi effetti cancerogeni. Le altre due componenti dello spettro UV della luce solare, che peraltro sono quelle alle quali dobbiamo le nostre abbronzature, sono meno pericolose ed anche meno efficienti contro il covid-19. Per avere azione virucida bisogna operare con la componente UV a maggiore energia poco presente nello spettro solare, ma che può essere prodotta con opportune lampade la cui azione è capace di degradare il DNA e l'RNA del virus. Questi risultati, al di là delle considerazioni che si possono fare sui motivi dei dati di contagio in rialzo nel nostro tempo, certamente possono trovare applicazione nella sanificazione di superfici e di locali indoor.



Stefano Bonassi, direttore dell'Unità di Epidemiologia Clinica e Molecolare dell'IRCCS San Raffaele Pisana e professore di Igiene e Medicina Preventiva all'Università Telematica

San Raffaele di Roma. Cito questo conferimento perché ritengo che le sue motivazioni spino in misura significativa la mia - ed ovviamente non solo mia - convinzione nel legame più stretto di quanto in effetti sia fra medicina e chimica. La Società premiante è da anni impegnata a valutare i potenziali rischi genetici e cancerogeni per l'uomo dovuti all'esposizione alle sostanze chimiche presenti nell'ambiente. Lo scenario è quindi quello della medicina predittiva a cui la chimica può dare un grande contributo sia nell'individuazione che nella determinazione di marker ed indicatori che possano non solo ammonirci sulla patologia in arrivo, ma anche sugli effetti di trattamenti riabilitativi. I danni che derivano da interazione con l'ambiente tossico producono mutazioni genetiche che possono essere rilevate anche dopo decine di anni con l'insorgenza di malattie anche gravi come le patologie tumorali e quelle neurodegenerative. La possibilità di capire il danno con anticipo diviene quindi di fondamentale importanza. La chimica ha individuato attraverso la proteomica e la metabolomica composti proteici che derivano dall'alterazioni di componenti biologiche dell'organismo e che vengono determinati a concentrazioni tanto basse da potere essere considerate corrispondenti alla prima fase del processo degenerativo, quindi consentendo di muoversi con anticipo. Un ostacolo alla medicina predittiva viene dalla medicina personalizzata cioè dalla diversa reazione allo stress ambientale da parte dei differenti organismi. In questi casi - ed ancora è la chimica che ci aiuta - il singolo marker può non essere utile e bisogna ricorrere a risposte più complesse, quelle che in chimica vengono definite impronte affidate alla presenza a concentrazioni differenziale di diversi composti. A volte l'ambiente può essere solo l'attivante di un processo patologico: in questi casi si può arrivare ad un'inversione di ruolo; è l'organismo umano a fungere da indicatore ambientale; si pensi alle alterazioni del tessuto renale in un ambiente nel quale è presente benzene, a volta però a concentrazione non rilevabile con i metodi ufficiali: se, come nel caso del benzene, si produce un bioaccumulo ben si comprende come una concentrazione anche minima possa sfociare in un danno anche grave.



Il sistema di allerta alimentare europeo, a cui partecipano la Commissione Europea, l'EFSA (Autorità per la Sicurezza Alimentare) e gli Stati Membri dell'Unione, ha redatto una relazione per informare i cittadini sul rischio legato al consumo di cibo contaminato da metalli pesanti. Questi (come As, Cd, Pb, Hg) esistono in natura e possono trovarsi nel terreno, nell'acqua, nell'atmosfera e nei cibi come residui. Tuttavia, a causa di industria e gas di scarico, oltre ad inquinamento degli allevamenti e contaminazione durante i processi di lavorazione e conservazione, sovraespongono i cittadini europei al rischio di ingerire cibi ed acqua contaminati, con accumulo di tossici e relativi danni. Nel periodo 2015-18 ci sono state 617 notifiche riguardanti prodotti con presenza di metalli in eccesso. L'Italia è il Paese con il più alto numero di notifiche (299), ma soltanto poche (16) riguardano prodotti italiani, la massima parte riguardando prodotti di importazione. Il mercurio con 422 notifiche è l'elemento maggiormente rinvenuto al di sopra della soglia di allerta in Europa, seguito da Cd e Pb. L'analisi per categoria indica come siano i pesci la maggior fonte di metalli pesanti a livello europeo. Numeri importanti relativi dei lotti notificati sono 209 per il Hg per i prodotti provenienti dalla Spagna, 29 per il Cd dall'India, 8 per lo Zn dagli USA. Gli integratori alimentari presentano il maggior numero di elementi chimici rinvenuti (particolarmente presenti Zn e Hg). Da segnalare il caso del latte di pecora la cui assunzione, collegata al suo uso per produrre formaggio prodotto in Italia e commercializzato in Croazia e Germania, viene ritenuta un rischio grave per la salute a causa dell'alto contenuto di piombo. Le conclusioni del Rapporto sono il suggerimento ai cittadini a documentarsi, l'ammonizione a bambini e donne incinta ad astenersi da consumare certi alimenti particolarmente inquinati, come pesce spada calamari, verdesca, a guardare con attenzione i prodotti ittici spagnoli, indiani vietnamiti e tunisini, in quanto ad essi sono collegati i maggiori livelli di rischio. Infine una denuncia: in Italia non vi è sufficiente trasparenza su queste problematiche.



La strada da percorrere per una gestione sicura dei nanomateriali è ancora molto lunga: La Commissione Europea, tuttavia, grazie al regolamento Reach, pone i primi paletti per poter raccogliere quanti più dati scientifici

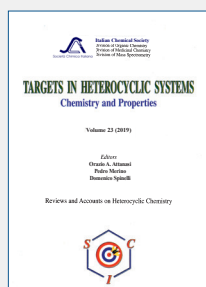
possibili intorno a questa nuova tipologia di sostanze. Le aziende europee sono chiamate, infatti, già dal 1° gennaio 2020, ad attivarsi per poter rispondere a questo nuovo obbligo di legge. E. Boscaro, L. Barbiero, G. Stocco (Normachem) su *Ambiente & Sicurezza* (<https://www.insic.it/Salute-e-sicurezza/Notizie/Su-AmbienteSicurezza-sul-Lavoro-n3-2019-si-parla-di/196f8ca4-01a9-405b-92cc-c239f0cc48a2>) hanno affrontato l'inquadramento legale delle "nanoforme", analizzato i riferimenti ai nanomateriali all'interno del Testo Unico di Sicurezza e soprattutto le difficoltà, i limiti e le sfide per i valutatori del rischio e per i datori di lavoro, cercando di fornire alcune indicazioni pratiche su come gestire il rischio correlato all'uso di nanomateriali e, di conseguenza, come definire le misure di gestione del rischio più corrette per tutelare la salute e la sicurezza dei lavoratori. Negli ultimi decenni, grazie all'enorme progresso scientifico, si sono fatti sempre più largo prodotti contenenti "nanoforme" e "nanotecnologie". Sul mercato europeo sono già presenti numerosi prodotti contenenti nanomateriali (ad esempio farmaci, batterie, rivestimenti, indumenti antibatterici, cosmetici e prodotti alimentari). La presenza di particelle nanostrutturate conferisce molto spesso al prodotto finito caratteristiche di alta prestazione con risultati a volte "strabilianti". Però, come spesso succede in questi casi, l'aspetto commerciale ha di gran lunga preceduto la valutazione di quale potrebbe essere l'effetto di queste sostanze sull'uomo e sull'ambiente. Per capire di cosa stiamo trattando, bisogna andare a leggere la definizione di nanomateriale.

L'unica definizione legalmente riconosciuta a livello nazionale ed europeo è quella prevista dalla raccomandazione europea la quale recita al punto 2: "Con "nanomateriale" s'intende un materiale naturale, derivato o fabbricato contenente particelle allo stato libero, aggregato o agglomerato, e in cui, per almeno il 50% delle particelle nella distribuzione dimensionale numerica, una o più dimensioni esterne siano comprese fra 1 nm e 100 nm". I fullereni, i fiocchi di grafene e i nanotubi di carbonio a parete singola con una o più dimensioni esterne inferiori a 1 nm dovrebbero essere considerati nanomateriali. Diversamente dai prodotti chimici a cui il mondo scientifico e produttivo è sempre stato abituato, i nanomateriali hanno rivoluzionato il modo di pensare in quanto le proprietà chimiche che dimostrano, a causa delle loro estreme dimensioni, sono spesso diverse o addirittura diametralmente opposte a quelle previste dai rispettivi materiali "in forma macro".

LIBRI E RIVISTE SCI

Targets in Heterocyclic Systems Vol. 23

È disponibile il
23° volume della serie
"Targets in Heterocyclic Systems",
a cura di Orazio A. Attanasi,
Pedro Merino e Domenico Spinelli
http://www.soc.chim.it/libri_collane/th/s/vol_23_2019



Sono disponibili anche i volumi 1-22 della serie.

I seguenti volumi sono a disposizione dei Soci gratuitamente, è richiesto soltanto un contributo spese di € 10:

- G. Scorrano "La Storia della SCI", Edises, Napoli, 2009 (pp. 195)
- G. Scorrano "Chimica un racconto dai manifesti", Canova Edizioni, Treviso, 2009 (pp. 180)
- AA.VV. CnS "La Storia della Chimica" numero speciale, Edizioni SCI, Roma 2007 (pp. 151)
- AA.VV. "Innovazione chimica per l'applicazione del REACH" Edizioni SCI, Milano, 2009 (pp. 64)

Oltre "La Chimica e l'Industria", organo ufficiale della Società Chimica Italiana, e "CnS - La Chimica nella Scuola", organo ufficiale della Divisione di Didattica della SCI (www.soc.chim.it/riviste/cns/catalogo), rilevante è la pubblicazione, congiuntamente ad altre Società Chimiche Europee, di riviste scientifiche di alto livello internazionale:

- ChemPubSoc Europe Journal
- Chemistry A European Journal
- EURJOC
- EURJIC
- ChemBioChem
- ChemMedChem
- ChemSusChem
- Chemistry Open

- ChemPubSoc Europe Sister Journals
- Chemistry An Asian Journal
- Asian Journal of Organic Chemistry
- Angewandte Chemie
- Analytical & Bioanalytical Chemistry
- PCCP, Physical Chemistry Chemical Physics

**Per informazioni e ordini telefonare in sede,
06 8549691/8553968, o inviare un messaggio
a simone.fanfoni@soc.chim.it**

VETRINA SCI

Polo SCI - Polo a manica corta, a tre bottoni, bianca ad effetto perlato, colletto da un lato in tinta, dall'altro lato a contrasto con colori bandiera (visibili solo se alzato), bordo manica dx con fine inserto colore bandiera in contrasto, bordo manica a costine, spacchetti laterali con colore bandiera, cuciture del collo coperte con nastro in jersey colori bandiera, nastro di rinforzo laterale. Logo SCI sul petto. Composizione: piquet 100% cotone; peso: 210 g/mq; misure: S-M-L-XL-XXL; modello: uomo/donna. Costo 25 € comprese spese di spedizione.



Distintivo SCI - Le spille in oro ed in argento con il logo della SCI sono ben note a tutti e sono spesso indossate in occasioni ufficiali ma sono molti i Soci che abitualmente portano con orgoglio questo distintivo.

La spilla in oro è disponibile, tramite il nostro distributore autorizzato, a € 40,00.

La spilla in argento, riservata esclusivamente ai Soci, è disponibile con un contributo spese di € 10,00.



Francobollo IYC 2011 - In occasione dell'Anno Internazionale della Chimica 2011 la SCI ha promosso l'emissione di un francobollo celebrativo emesso il giorno 11 settembre 2011 in occasione dell'apertura dei lavori del XXIV Congresso Nazionale della SCI di Lecce. Il Bollettino Informativo di Poste Italiane relativo a questa emissione è visibile al sito: www.soc.chim.it/sites/default/files/users/gadmin/vetrina/bollettino_illustrativo.pdf

Un kit completo, comprendente il francobollo, il bollettino informativo, una busta affrancata con annullo del primo giorno d'emissione, una cartolina dell'Anno Internazionale della Chimica affrancata con annullo speciale ed altro materiale filatelico ancora, è disponibile, esclusivamente per i Soci, con un contributo spese di 20 euro.



Foulard e Cravatta - Solo per i Soci SCI sono stati creati dal setificio Mantero di Como (www.mantero.com) due oggetti esclusivi in seta di grande qualità ed eleganza: un foulard (87x87cm) ed una cravatta. In oltre 100 anni di attività, Mantero seta ha scalato le vette dell'alta moda, producendo foulard e cravatte di altissima qualità, tanto che molte grandi case di moda italiana e straniera affidano a Mantero le proprie realizzazioni in seta. Sia sulla cravatta che sul foulard è presente un'etichetta che riporta "Mantero Seta per Società Chimica Italiana" a conferma dell'originalità ed esclusività dell'articolo. Foulard e cravatta sono disponibili al prezzo di 50 euro e 30 euro, rispettivamente, tramite il nostro distributore autorizzato.

**Per informazioni e ordini telefonare in sede,
06 8549691/8553968,
o inviare un messaggio a simone.fanfoni@soc.chim.it**

Rivisitando

LA CHIMICA DEGLI ESPLOSIVI DAL SECONDO DOPOGUERRA AD OGGI

Alberto Lopez^a, Matteo Guidotti^b

^aDipartimento di Chimica, Università degli Studi di Roma La Sapienza, Roma

^bCNR-SCITEC, Istituto di Scienze e Tecnologie Chimiche "G. Natta", Milano

Sono svariati i campi in cui un esplosivo può essere impiegato per scopi leciti e pacifici. Questo breve testo passa in rassegna le caratteristiche chimico-fisiche e le principali differenze che caratterizzano gli esplosivi "classici", i più comuni e conosciuti, tutt'ora usati nell'esplosivistica, e gli esplosivi "moderni", sostanze di nuova concezione, sulle quali si stanno concentrando le ricerche più stimolanti in questo ambito.



Introduzione

L'articolo a firma di Stefano Scaini e Claudia Petrosini, apparso sul n. 6 del 2019 de *La Chimica e l'Industria* ha attirato l'attenzione sull'impiego di esplosivi e materiali altamente energetici per finalità illecite e criminali, riportando, inoltre, alcuni esempi in cui, all'effetto meccanico della sostanza esplodente, viene abbinata anche la presenza di una sostanza tossica e/o nociva, come un'arma chimica o un materiale altamente radioattivo, ottenendo così una cosiddetta "bomba sporca" e amplificando l'azione di danno nei confronti dell'uomo o dell'ambiente circostante.

Non va affatto dimenticato, però, che gli esplosivi non trovano solo impiego per scopi bellici o per finalità illegali. Anzi è grazie all'esplosivistica, disciplina che tratta gli aspetti scientifici e tecnologici delle materie esplodenti studiandone effetti e applicazioni, che si sono sviluppati svariati campi in cui una sostanza esplosiva viene impiegata per scopi leciti e pacifici, quali, ad esempio, la costruzione di grandi infrastrutture (scavo di gallerie e sbancamenti), la demolizione di edifici, l'industria mineraria, i dispositivi di sicurezza (airbag delle automobili o sistemi di emergenza per l'apertura di portelli di aereo), la ricerca geofisica nel sottosuolo, fino alle tecnologie delle altissime pressioni, che sfrutta spesso proprio una detonazione per raggiungere condizioni dell'ordine dei gigapascal.

In questo articolo sarà presentata una breve panoramica sugli esplosivi e, per sommi capi, sulla loro evoluzione nel tempo. Per semplicità, le informazioni sono state suddivise in due principali sezioni: esplosivi "classici", i più comuni e conosciuti, tutt'ora usati nell'esplosivistica, ed esplosivi "moderni", materiali di nuova concezione, che si discostano per sintesi e meccanismo di reazione esplosiva da quelli classici, meno noti al grande pubblico e su cui si stanno concentrando le ricerche più stimolanti in questo campo.

Esplosivi "classici"

Un materiale è definito esplosivo quando, in determinate condizioni, sviluppa con estrema rapidità una reazione esotermica, che si autosostiene e che produce un elevato volume di gas [1]. Si noti come né la quantità di calore, né la temperatura generati dal processo rientrano in tale definizione come fattori indispensabili.

Dai tempi della sua scoperta fino alla metà del XIX secolo, la polvere da sparo - la ben nota miscela di salnitro, polvere di carbone e zolfo - è stato l'unico preparato esplosivo noto all'uomo e il potere deflagrante, in tale miscuglio, è dato dall'intimo contatto, ottenuto grazie ad una macinazione accurata, della componente ossidante e riducente della formulazione. Solo a partire dalla sintesi della nitroglicerina nel 1846, ad opera del piemontese Ascanio Sobrero, i chimici hanno iniziato sempre più ad interessarsi alla preparazione di nuove sostanze esplosive, in cui gruppi funzionali con proprietà ossidanti e riducenti fossero presenti sulla stessa molecola, cercando così di poter accentuare, e modulare nel caso, tutte quelle caratteristiche di un esplosivo che ne influenzano gli utilizzi pratici.

Tra questi parametri si possono menzionare il volume dei gas sviluppati dalla reazione di una mole di esplosivo (riportati alla temperatura di 0 °C e alla pressione di 1 bar), la stabilità dell'esplosivo agli sbalzi termici, all'impatto, allo sfregamento o alla scarica elettrica e, soprattutto, le due proprietà che maggiormente influenzano la scelta di un esplosivo per una determinata applicazione: la pressione e la velocità di detonazione. Questi ultimi due valori danno indicazioni rispettivamente sulla pressione massima raggiungibile dall'onda d'urto causata dall'esplosione e sulla velocità di propagazione dell'onda d'urto non appena questa venga generata.

A seconda della velocità di detonazione, le sostanze possono poi essere suddivise in due grandi categorie: gli esplosivi detonanti, con una velocità di detonazione maggiore della velocità del suono (ca. 340 m s⁻¹) e gli esplosivi deflagranti, con velocità nettamente inferiori. Questa suddivisione consente di discriminare gli esplosivi "da scoppio", adeguati alla costruzione di mine civili o per fini di demolizione, ma spesso difficili da controllare e indirizzare, e quelli "da lancio," in grado di essere più facilmente controllati e usati per il lancio di proiettili o razzi. Va altresì detto che questo tipo di denominazione non è del tutto univoca, in quanto molti esplosivi generalmente da scoppio, come la nitroglicerina, possono divenire da lancio in determinate condizioni, con opportune modifiche, e viceversa.

Per quanto riguarda la natura chimica di queste sostanze, negli ultimi anni dell'Ottocento e soprattutto in concomitanza con le due guerre mondiali nel XX secolo, lo sviluppo di nuove molecole con proprietà esplosive ha avuto un impulso enorme, ovviamente dettato da finalità belliche. L'applicazione delle tecniche di nitrizzazione, prima su materiali organici comuni di origine naturale (per ottenere nitrocellulosa (Fig. 1), nitroresine, ecc.) poi, in modo più mirato, con la sintesi di nuove molecole dall'elevato potere esplosivo, hanno portato allo sviluppo degli esplosivi che possiamo definire "classici", rappresentati principalmente dagli esteri nitrici, come la nitroglicerina e il pentaeritritolotetranitrato, PETN (Fig. 2), oppure i nitrocomposti, sia nitroaromatici, come il trinitrotoluene, TNT, e l'acido picrico (Fig. 3), sia le nitroammine alifatiche, come la ciclotrimetilenetrinitrammina, RDX, e la ciclotetrametilenetetrinitrammina, HMX (Fig. 4).

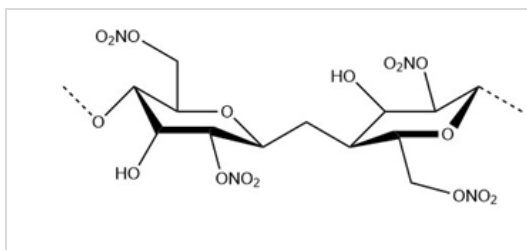


Fig. 1 - Nitrocellulosa

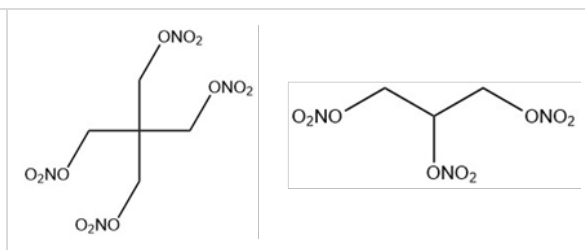


Fig. 2 - Esteri nitrici: pentaeritritolotetranitrato PETN (a sinistra) e nitroglicerina (a destra)

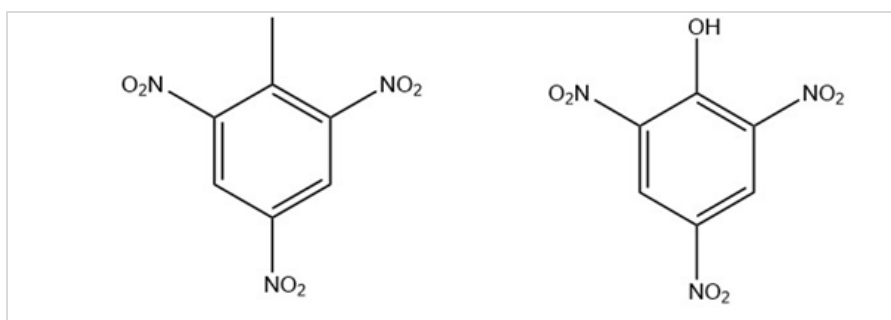


Fig. 3 - Esplosivi nitroaromatici: trinitrotoluene, TNT (a sinistra) e acido picrico (a destra)

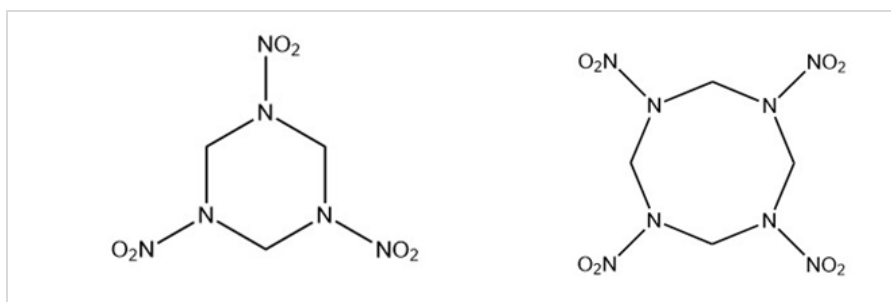


Fig. 4 - Nitroammine alifatiche: ciclotrimetilenetrinitrammina, RDX (a sinistra) e ciclotetrametilenetetranitrammina, HMX (a destra)

Questi composti sono caratterizzati dalla presenza di più nitrogruppi sullo scheletro aromatico o alifatico, sostituenti che dà loro caratteristiche esplosive, tanto che, in molti testi specialistici, i gruppi $-\text{NO}_2$ o $-\text{O}-\text{NO}_2$ vengono definiti “esplosifori” [2], in analogia ai gruppi cromofori che conferiscono alle molecole le spiccate proprietà ottiche.

Dal punto di vista applicativo, la nitroglicerina è un ottimo esplosivo primario: è caratterizzata da una velocità di detonazione molto elevata ($\text{VD} = 7750 \text{ m s}^{-1}$), ma è anche molto pericolosa da maneggiare, in quanto è in grado di esplodere ad ogni più piccola sollecitazione meccanica.

Il nitrato d’ammonio è invece un esplosivo fortemente igroscopico, con un’elevatissima solubilità in acqua (fino a 67% p/p) e molto stabile a temperatura ambiente, nel caso in cui presenti molecole d’acqua nei suoi cristalli; presenta però una velocità di detonazione molto più contenuta ($\text{VD} = 2500 \text{ m s}^{-1}$) [3].

Nel campo dei nitrocomposti, due casi esemplari che esaltano la presenza di gruppi esplosifori su uno scheletro alifatico sono l’ottanitrocubano ONC e l’esanitroesaazaisowurtzitanio, HNIW (Fig. 5).

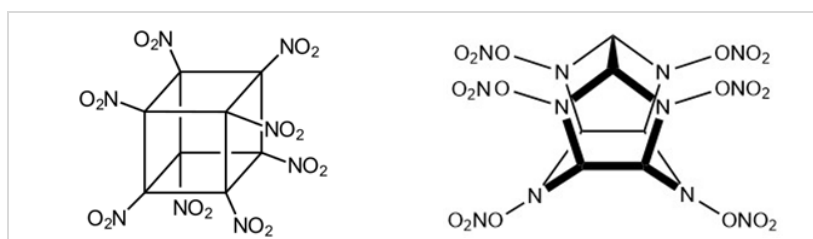


Fig. 5 - Ottanitrocubano ONC (a sinistra) ed esanitroesaazaisowurtzitanio, HNIW (a destra)

L’ONC è l’esplosivo più efficiente al momento conosciuto, considerando che 1 kg di ONC libera un’energia equivalente a 2,38 kg di TNT e che la sua densità è molto elevata ($d = 1,98 \text{ g cm}^{-3}$). Queste proprietà eccezionali sono da attribuire non solo al fatto che la molecola, durante la reazione di esplosione, si trasforma pressoché quantitativamente ed efficacemente in diossido

di carbonio e azoto molecolare (formalmente $C_8N_8O_{16} \rightarrow 8CO_2 + 4N_2$), ma anche che parte dell'energia liberata provenga dall'energia potenziale immagazzinata negli atomi di carbonio sp^3 sottoposti ad una notevole tensione strutturale, visto che si trovano all'interno dello scheletro del cubano, l'alcano di struttura - per l'appunto - cubica.

Anche l'HNW è un solido estremamente energetico, circa 1,80 volte più potente del TNT, con una velocità di detonazione elevatissima ($VD = 9380 \text{ m s}^{-1}$) e con una densità ponderale che è la maggiore di tutti gli esplosivi finora noti ($d = 2,04 \text{ g cm}^{-3}$). La buona stabilità termica e la scarsa emissione di fumi durante la sua decomposizione lo rende un propellente ideale per razzi e missili, dal momento che già ha dimostrato una capacità di liberare quasi il 20% di energia in più rispetto ai propellenti a base di HMX finora in uso.

Esplosivi "moderni"

A queste molecole esplosive più comunemente conosciute si sono poi affiancate nuove tipologie di materiali energetici di più recente concezione, studiati e preparati nella seconda metà del XX secolo, al fine di ottenere caratteristiche sempre più perfezionate in termini di



potenza, efficacia e, allo stesso tempo, di stabilità e sicurezza per gli operatori che devono impiegare tali esplosivi.

Possono essere ricordate, qui di seguito, tre principali tipologie, per brevità:

- Esplosivi in matrice polimerica
- Esplosivi ad alto contenuto d'azoto
- Liquidi ionici energetici

Le tre categorie sono molto diverse tra loro: la prima sfrutta lo stesso tipo di principi attivi contenuti negli esplosivi classici per poter originare l'esplosione, ma, grazie all'aggiunta di additivi e co-formulanti alla sostanza esplodente, è possibile potenziarne ed esaltarne gli

effetti; la seconda si basa su un approccio molto diverso, legato alla reattività tipica dell'azoto; la terza, infine, segue meccanismi intermedi tra i due precedenti, ma la natura di liquido ionico di questi materiali permette di ottenerne un'amplissima varietà, che, ricadendo sotto questa classificazione, possono essere applicati in ambiti anche molto diversi tra loro.

Esplosivi in matrice polimerica

Questa tipologia di materiali, noti anche con la denominazione inglese PBX, *polymer-bonded explosives*, sono in realtà formulazioni che vedono la compresenza, in una matrice polimerica, di composti dalle proprietà esplosive di concezione "classica" e di altri ingredienti ausiliari, non di per sé esplosivi, che vengono aggiunti per accentuare e ottimizzare le prestazioni del materiale composito finale. Il polimero, dunque, ha un ruolo chiave nel legare la sostanza esplosiva ai molteplici additivi, che altrimenti non potrebbero amalgamarsi tra loro in maniera stabile. Ciò rende la reazione più efficiente, ad esempio portando ad un aumento della temperatura di esplosione o del numero di molecole gassose generate e, conseguentemente, della pressione massima raggiungibile in uno spazio confinato.

Tali formulazioni in fase solida consentono di rendere modellabili composti esplosivi che, per loro natura, non lo sarebbero (per molte applicazioni esplosivistiche è importante poter plasmare l'esplosivo in forme e sagome ben definite) e di conferire al prodotto caratteristiche fisiche macroscopiche ottimizzate, in termini di praticità di uso e di trasporto, sicurezza di

impiego (stabilità all'innesco indesiderato e all'invecchiamento) e possibilità di modulazione delle caratteristiche detonanti o deflagranti, in funzione dell'impiego finale. Gli esplosivi in matrice polimerica sono oggi molto diffusi grazie ai loro bassi costi di produzione, alta versatilità e buon margine di sicurezza all'uso.

Un esempio di questa tipologia di sostanze è l'esplosivo conosciuto come PBXN-109, in cui si sfrutta una matrice di polibutadiene per legare RDX e alluminio ad altri ingredienti.

Questo esplosivo è formato per il 64% da RDX, il vero e proprio principio attivo della miscela, e per il 20% da alluminio, che aumenta la temperatura e la pressione dell'esplosione, quando, durante la combustione, in modo fortemente esotermico si ossida ad Al_2O_3 . Il polibutadiene compone invece il 7,3% della miscela, fungendo da legante polimerico. Un altro 7,3% è poi formato da diottilesandioato, un plastificante che rende il prodotto finale morbido e flessibile, in modo da renderlo più sicuro da maneggiare. Contiene, inoltre, l'isoforone diisocianato (1%), l'agente trattante che permette al butadiene di polimerizzare, piccole quantità di dantocol (0,3%), di-(2-idrossietil)-5,5-dimetilidantoina, come legante per migliorare le interazioni tra poliuretano ed esplosivo, una frazione di antiossidante (0,1%) per evitare che l'esplosivo si irrigidisca a dopo una lunga esposizione all'ossigeno atmosferico e tracce di bismuto, presente come catalizzatore per la formazione del polibutadiene in presenza di isoforone diisocianato [4].

Esplosivi ad alto contenuto d'azoto

In questa classe di materiali, la reazione di esplosione viene generata non da una combustione interna intramolecolare, bensì principalmente da una degradazione repentina dovuta quasi esclusivamente all'altissima entalpia di formazione di queste sostanze. Si tratta infatti di composti che contengono un'elevatissima percentuale di azoto in peso e generalmente con legami doppi o singoli tra un azoto e l'altro. Grazie all'intrinseca spinta termodinamica degli atomi di azoto a dare azoto molecolare, questi esplosivi basano le proprie caratteristiche esplosive su una veloce reazione red-ox che rilascia altissime quantità di energia e ingenti volumi di N_2 gassoso.

Questi materiali presentano, inoltre, il vantaggio di essere alquanto insensibili a sfregamento, impatto e scariche elettriche e possono essere innescati solo da un aumento drastico della temperatura o da un'altra esplosione [1].

La natura del meccanismo di reazione di questi materiali li rende molto efficienti, in quanto a partire da una mole di esplosivo si genera una grande quantità di moli di gas ad alte temperature, che aumenta ancor di più la pressione generata localmente dalla reazione. Inoltre, la struttura così ricca di azoto rende questi materiali più densi e con calore di formazione superiore alle loro controparti carbocicliche [5].

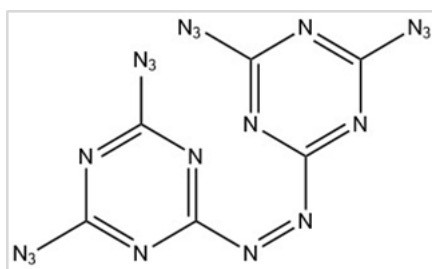


Fig. 6 - 4,4',6,6'-tetra(azido)azo-1,3,5-triazina, TAAT

Un esempio caratteristico di questa classe di esplosivi è la 4,4',6,6'-tetra(azido)azo-1,3,5-triazina, TAAT (Fig. 6). Nelle reazioni d'esplosione, gli unici prodotti, in assenza d'ossigeno, saranno azoto molecolare e cluster di carbonio che, in presenza di O_2 , saranno ossidati a CO e CO_2 . Nonostante la sua efficienza maggiore rispetto ad altri esplosivi più classici (v. entalpia di formazione di 2171 kJ mol^{-1}) [6], la TAAT presenta una sintesi alquanto delicata e complessa

(Fig. 7), che, senza dubbio, necessita di una perizia, in termini di passaggi sintetici e di reagenti, molto meno diffusa rispetto a quella necessaria per le ben note nitrazioni di alcoli o di idrocarburi aromatici.

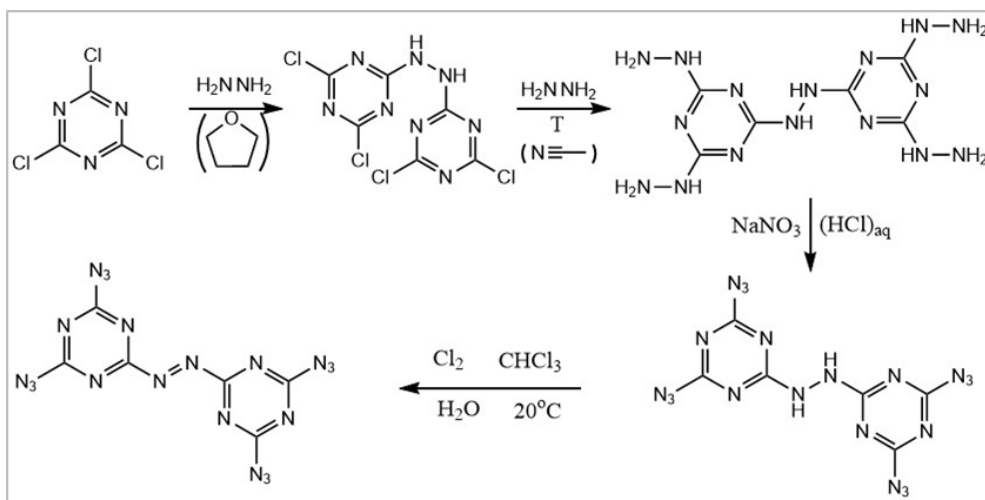


Fig. 7 - Schema riassuntivo della sintesi di 4,4',6,6'-tetra(azido)azo-1,3,5-triazina, TAAT, a partire da 2,4,6-tricloro-1,3,5-triazina

Liquidi ionici energetici

I liquidi ionici sono composti di natura salina costituiti da un anione ed un catione (di cui generalmente almeno uno dei due è di natura organica) con temperatura di fusione inferiore ai 100 °C. Negli ultimi decenni hanno trovato svariate applicazioni come solventi di reazione alternativi ai solventi organici convenzionali ad alta polarità. Vi sono però anche liquidi ionici progettati per essere sostanze altamente energetiche e, più specificamente, per dare reazioni esplosive. Nella maggior parte dei casi, una delle due componenti ioniche è una specie eteroaromatica, in grado di dar luogo a una decomposizione interna, causata dall'elevato numero di atomi di azoto presenti. Una particolarità interessante di questi materiali è data dal fatto che è possibile sintetizzare sali in cui il solo anione o il solo catione non sono esplosivi di per sé, ma lo diventano una volta uniti al loro controione.

I cationi possono essere, oltre a molecole organiche cariche positivamente o ioni ammonio, anche specie inorganiche metalliche come litio, argento o stronzio. La natura del metallo usato per questi liquidi ionici è molto importante, in quanto può influenzare la stabilità dell'esplosivo: generalmente, i sali contenenti cationi di sodio o litio (di tipo *hard*) portano con sé delle molecole di acqua disperse nel sale, aumentandone la stabilità ad urto e frizione; mentre i sali di argento (catione *soft*) sono particolarmente sensibili a questi stimoli meccanici esterni [7]. Invece, gli anioni più comunemente usati, oltre a molecole organiche complesse, sono specie ossidanti, come gli ioni nitrato o clorato, in grado di cedere ossigeno al catione durante la reazione e di far variare la densità ponderale del composto ionico. È in tal modo possibile spaziare da una densità di 1,03 g cm⁻³ il 5-amminotetrazolato di 1-metil-3-nonil-1H-imidazolio fino a 1,678 g cm⁻³ per il trifluorometansolfonato di 1-etil-3-metil-4-nitroimidazolio [5] e, conseguentemente, modulare la sensibilità a temperatura, impatto e sfregamento del liquido finale [7].

Con questa grande versatilità nella strategia sintetica è possibile, concentrandosi sulle caratteristiche di una sola specie ionica per volta, ottenere esplosivi che rispondano a specifiche esplosivistiche anche molto stringenti. Ad ogni modo, la maggior parte degli ioni organici impiegati e riportati in letteratura è però derivata dal tetrazolo o dal 1,2,4- e 1,2,3-triazolo, come, ad esempio, l'anione 4,5-diciano-1,2,3-triazolato o il catione 1,5-diammino-4-metiltetrazolio (Fig. 8).

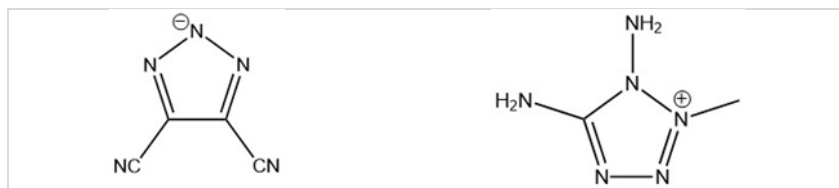


Fig. 8 - Ioni organici tipicamente impiegati nella sintesi di liquidi ionici energetici: l'anione 4,5-diciano-1,2,3-triazolato (a sinistra) e il catione 1,5-diammino-4-metiltetrazolio (a destra)

Va però ricordato che non tutte le coppie di ioni formano sostanze esplosive, dal momento che molteplici fattori chimico-fisici, come la presenza o assenza di gruppi ossidanti e riducenti, la capacità coordinante degli ioni presenti nel composto, la loro stabilità, ecc., devono entrare in gioco per determinare l'effettiva natura esplodente dei liquidi ionici ottenuti. Infine, questi composti, possedendo bassissime tensioni di vapore, non danno luogo ad emissioni di composti volatili potenzialmente dannosi; d'altro canto, essendo polari e idrosolubili, possono risultare inquinanti se dispersi in acqua.

Conclusioni

Lo sviluppo di nuove sostanze esplodenti ha ricevuto negli ultimi decenni una forte spinta grazie all'avvento di molecole di nuova concezione. Con gli esplosivi ad alto contenuto d'azoto è cambiato l'approccio alle nuove formulazioni, visto che le loro proprietà non sono più basate esclusivamente su una combustione interna intramolecolare, ma su una rapida ossido-riduzione degli atomi di azoto di varia natura contenuti nella molecola, con la formazione di elevati volumi di gas inerte ad alta temperatura (processo che può ovviamente essere sfruttato assieme alla combustione interna). Allo stesso modo, anche i liquidi ionici energetici hanno permesso di ampliare il ventaglio di esplosivi sintetizzabili, consentendo numerosissime combinazioni tra catione e anione e tra specie ossidante e specie riducente, a livello intramolecolare.

Va inoltre detto che, in generale, gli esplosivi di più recente concezione mirano ad essere più sicuri degli esplosivi classici, in termini di stabilità all'innescio accidentale, e sono concepiti per dare origine a meno prodotti pericolosi sia durante la loro sintesi, sia durante il loro utilizzo, riducendo al massimo la formazione di gas nocivi indesiderati (CO, NO_x, SO₂ ecc.) ad esplosione avvenuta.

Le tendenze future, infine, non si prefiggono lo scopo solamente di rendere più ecosostenibili le prossime generazioni di esplosivi, ma anche di sintetizzarne di più efficaci, unendo in un solo materiale più meccanismi di reazione, così da rendere il processo esplosivo più efficiente, senza però compromettere la capacità di controllarne gli effetti per le finalità lecite e pacifiche dell'esplosivistica.

Ringraziamenti - Gli autori ringraziano il Prof. Giuliano Moretti (Università degli Studi di Roma - La Sapienza) per l'approfondita discussione sui temi trattati in questo articolo.

BIBLIOGRAFIA

- ¹J.P. Agrawal, High Energy Materials: Propellants, Explosives and Pyrotechnics, Wiley, Weinheim, 2010.
- ²V. Plets, *Zh. Obshch. Khim.*, 1953, **5**, 173.
- ³A.A. Deribas, V.A. Simonov, *Combust. Explos. Shock Waves*, 1999, **35**, 203.
- ⁴A. Lopez, Gli Esplosivi dal Secondo Dopoguerra ad Oggi, tesi di laurea triennale, Università degli Studi di Roma - La Sapienza, a.a. 2017-2018, relatore G. Moretti, p. 17-8.
- ⁵Q. Zhang, J.M. Shreeve, *Chem. Rev.*, 2014, **114**, 10527
- ⁶S.V. Chapyshev, D.V. Korchagin, *Chem. Heterocyclic Comp.*, 2017, **53**, 791.
- ⁷G. Haixiang, J.M. Shreeve, *Chem. Rev.*, 2011, **111**, 7377.

Recensioni

SCRIVERE DI SCIENZA

Esercizi e buone pratiche per divulgatori, giornalisti, insegnanti e ricercatori di oggi

di D. Gouthier

Codice Edizioni, 2019

Pag. 172, brossura, 16 euro

EAN 9788875788001

Se questa recensione vi attira, forse può valere anche per voi quanto ha scritto Daniele Gouthier del suo libro: “Se hai in mano questo libro è perché hai avuto la necessità, il piacere o la voglia di scrivere di scienza o di matematica. Qualcuno magari si sente inadatto, ma si rende conto che scrivere di discipline così specialistiche... richiede riflessioni e strumenti concettuali *ad hoc* che riguardino sia la scrittura nella comunicazione della scienza... sia la scrittura tout-court o la comunicazione in generale”. Egli aggiunge che “tutti i mestieri di comunicazione della scienza hanno in comune la necessità di scrivere anche se la scrittura cambia in base a chi si rivolgono”. I tempi che stiamo attraversando rendono più che mai attuale una seria riflessione sulla scrittura scientifica. Chi ci ha provato, sa che in tempi normali comunicare la

scienza al pubblico non è compito da prendersi alla leggera ma in tempi di crisi, come durante l'attuale pandemia da Covid-19, è ancora più difficile. Circa tre mesi fa, il filosofo e giornalista Fabio Gironi ha condotto un dialogo a più voci su questo tema spinoso con Roberta Villa, Giorgio Sestili e Alexander Bird. Nell'ordine: una giornalista scientifica, un fisico e un professore di filosofia della medicina. Tre persone che, come scrive Gironi, “in maniera diversa, durante i mesi dell'emergenza sanitaria hanno provato a fare ordine, a riportare al pubblico in modo chiaro un quadro epidemiologico complesso e, soprattutto, in costante evoluzione”. Il resoconto si trova qui:

<https://www.iltascabile.com/scienze/comunicare-scienza-covid19/>.

Cito questo dialogo anche perché Roberta Villa è autrice dell'introduzione al libro di Gouthier. La giornalista mette in luce l'intreccio, mai tanto stretto come oggi, tra gli scienziati e la società. I ricercatori, scrive: “dipendono, per i loro finanziamenti dalle scelte della politica o direttamente dalla gente comune e i loro risultati hanno un effetto che può risultare travolgente per la vita delle persone”. Osserva altresì che il mondo della scienza, almeno in Italia, è sempre sulle difensive, teso a ristabilire “la verità scientifica” per contrastare bufale e imbroglioni di ogni tipo. È una contrapposizione che non aiuta la comunicazione scientifica e, citando Gouthier, ricorda che l'obiettivo della scienza “non è convertire né schierarsi [...]. Piuttosto, è fare cultura, stimolare una sensibilità scientifica, favorire un pensiero rigoroso e razionale”.

Fino a qualche decennio fa, in molti ambienti universitari e anche in ambito chimico, occuparsi di divulgazione scientifica era considerato una perdita di tempo. Coloro che si impegnavano in tale attività erano ritenuti dei ricercatori falliti o, nel migliore dei casi, dei personaggi originali ai quali



non importava granché della carriera e dei titoli accademici. Lo stesso, forse, potrebbe dirsi per coloro che s'interessavano alla storia della loro disciplina ma di questo, magari, si parlerà in altra occasione. Oggigiorno, almeno a parole, le cose sono cambiate anche se la gratificazione, in termini di progressione di carriera, è inesistente. Ciononostante, molti giovani si impegnano con entusiasmo in tale attività, mentre fioriscono eventi ed attività capaci di attirare un pubblico numeroso. Alcuni dei nuovi "divulgatori", sia giovani che anziani, non sempre raggiungono i risultati sperati forse perché agiscono sulla base della sola "ispirazione" dimenticando una celebre frase di Thomas A. Edison: il genio è per l'1% ispirazione e per il 99% sudorazione. In sostanza, per divulgare occorre essere preparati e ciò vale anche per i ricercatori più brillanti, perché si tratta di un mestiere diverso dal fare ricerca. Il "manuale ragionato" di Gouthier è senz'altro utile sia ai principianti che agli esperti desiderosi di migliorarsi. L'Autore ha tutte le carte in regola per essere ascoltato. Presentando se stesso dice: "Sono più di vent'anni - venticinque, compresi quelli in cui ho fatto un po' di ricerca "dura" - che giro attorno alla scienza e alla matematica, allo scrivere e al raccontarne. Lo faccio come autore, come formatore di insegnanti e come docente". Egli infatti insegna al Master in Comunicazione della Scienza "Franco Prattico" della SISSA (Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati) di Trieste. È quindi un comunicatore di lunga esperienza e sicura competenza che propone e sistematizza alcune delle cose che ha imparato sul campo. Non è al primo libro perché ne ha scritti altri quattro: "Il bello della matematica", "Le parole di Einstein", "Il solito Albert e la piccola Dolly" e "Dar la caccia ai numeri". A proposito di questo libro occorre subito precisare che non tratta solo di divulgazione ma anche, in termini più ampi, di comunicazione della scienza e delle sue diverse forme. L'Autore ce lo ricorda nel cap. 7, intitolato "Le ragioni per cui scrivere", laddove osserva che "divulgare e comunicare" sono azioni differenti. Divulgando, scrive Gouthier, "si cerca di rendere fruibile, comprensibile e vicino un qualche contenuto scientifico". Invece, in termini generali, quando si comunica professionalmente, ci si pone l'obiettivo di "informare, appassionare, convincere, diffondere una cultura". Il libro si concentra in modo particolare su quattro forme di comunicazione della scienza: divulgazione, giornalismo, ricerca e insegnamento. A volte i confini che marcano i rispettivi campi di azione sono labili e non è raro che lo stesso individuo ne pratichi più di uno. Della divulgazione si è detto, ma quali sono, secondo Gouthier, le finalità delle restanti forme di comunicazione? Ecco:

- Il giornalismo informa;
- La ricerca, comunicando, costruisce dialogo attorno alle idee, alle teorie, alle scoperte e ai risultati *nel loro farsi*;
- L'insegnamento spiega, educa, insegna.

In otto densi capitoli, ciascuno corredato da esercizi stimolanti e l'utile sottolineatura di "piccole buone abitudini", Gouthier tocca in pratica tutti i principali aspetti della comunicazione e della scrittura scientifica. Senza elencarli tutti ma solo per darne un'idea, citiamo il secondo, che si occupa di numeri, formule, stime e dati; il terzo, dal titolo significativo "Far vedere con le parole"; il quinto "Con il lettore sempre in mente"; il sesto "Relazionarsi con i ricercatori". Gli esercizi, raccomandabili non solo a chi è alle prime armi, sono raccolti anche alla fine del volume, dove si trova anche una breve bibliografia per ciascun capitolo.

Per quanto riguarda alcuni "segreti del mestiere", l'A. torna spesso sulla semplicità, che non vuol dire semplicismo, sulla fluidità e sulla leggerezza, con riferimento anche a Calvino. Ci ricorda che la scienza non è facile e che parlarne è spesso arduo, tuttavia è possibile scrivere anche di argomenti ostici purché si affrontino con applicazione, impegno e pazienza. Citando il poeta e folksinger Leonard Cohen, che in "Anthem" cantava: "C'è una crepa in ogni cosa. È così che entra la luce", l'A. ci dice che anche nei fenomeni più imperscrutabili c'è una crepa attraverso la quale si può intravedere l'essenziale per parlarne a chi sta fuori. Occorre avere la pazienza di cercarla ogni volta, senza stancarsi.

Marco Taddia

Pills & News



Al Prof. Roberto Dovesi il Premio “Prof. Luigi Tartufari” attribuito dall’Accademia Nazionale dei Lincei

L’Accademia Nazionale dei Lincei ha attribuito il Premio Internazionale “Prof. Luigi Tartufari” per l’anno 2020, destinato alla Fisica-Chimica, al Prof. Roberto Dovesi del Dipartimento di Chimica dell’Università di Torino, in ex aequo con il Prof. Pasquale Calabrese, docente di fisica statistica alla SISSA, la Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste.

La Commissione ha ritenuto il Prof. Dovesi pienamente meritevole dell’assegnazione del Premio “Luigi Tartufari” per i suoi studi finalizzati alla realizzazione di strumenti formali e computazionali per lo studio quantomeccanico dei solidi cristallini.

Il lavoro pluridecennale del Prof. Dovesi ha portato alla messa a punto di un raffinato e complesso programma di calcolo, *CRYSTAL*, che risolve l’equazione di Schrödinger a diversi gradi di sofisticazione per polimeri, superfici, strati, interfacce e cristalli veri e propri oltre che, ovviamente, per le molecole. In *CRYSTAL* gli orbitali cristallini sono combinazioni lineari di orbitali atomici di tipo Gaussiano centrati sull’atomo. Grazie a questa peculiarità, unica nel campo dei programmi di calcolo periodico e all’uso della simmetria cristallina, *CRYSTAL* può simulare le proprietà di sistemi di dimensioni estremamente grandi, come le strutture fullereniche giganti, le impalcature molecolari metallorganiche (MOF) o le proteine.

CRYSTAL non solo predice la struttura di minima energia di un sistema, ma anche il suo spettro vibrazionale infrarosso e Raman e, di conseguenza, le proprietà termodinamiche (inclusa l’energia libera di Gibbs). Può inoltre predire molte altre proprietà dei sistemi estesi, quali le densità di carica e di spin, i tensori elastici, dielettrici e piezoelettrici, i potenziali elettrostatici e i campi elettrici, fino alle densità di momento e al contatto di Fermi. Per le sue peculiarità di robustezza numerica, velocità di esecuzione e trasportabilità su diverse architetture hardware, continua a mantenere una solida posizione nel panorama internazionale dei programmi di calcolo quantistico.

CRYSTAL è distribuito alla comunità scientifica in versioni successive (la prima nel 1988) di generalità e prestazioni crescenti ed è attualmente utilizzato in centinaia di laboratori di ricerca nel mondo. Il suo sviluppo è il risultato dello sforzo continuativo di molti decenni di studio e di ricerca a cui si è dedicato il gruppo di Chimica Teorica dell’Università di Torino sotto la guida del Prof. Dovesi. Ha saputo far crescere ricercatori dell’Ateneo torinese ma anche attirare e motivare molti chimici teorici di fama internazionale a collaborare a questo progetto. La diffusione del programma *CRYSTAL* (e il suo potenziamento con l’acquisizione di nuovi contributi) è stata possibile anche attraverso Scuole internazionali dedicate organizzate dal 2000 ad oggi. Le *Scuole CRYSTAL* sono considerate un momento essenziale di formazione e scambio scientifico per la comunità internazionale di ricercatori che si dedicano allo studio della chimica fisica dello stato solido.

Oltre alla ricerca di soluzioni per la messa a punto di strumenti formali e computazionali, il Prof. Dovesi si è dedicato a diverse importanti applicazioni di *CRYSTAL* nel campo della chimica delle superfici, della catalisi, in geofisica, scienze dei materiali, chimica dello stato solido, delle proprietà ottiche, vibrazionali e termodinamiche dei sistemi cristallini perfetti e difettivi, nanotubi e soluzioni solide.



UGIS premia giovani giornalisti e comunicatori

L’UGIS-Unione giornalisti italiani scientifici rinnova anche nel 2020 il bando per premi e borse di studio Paola de Paoli-Camillo Marchetti. L’obiettivo è promuovere e incentivare la formazione e la crescita professionale del giornalismo scientifico e l’esperienza dei divulgatori in tale settore.

Quest’anno vengono conferiti tre riconoscimenti di € 7.000,00 (settemila/00) ciascuno.

Il concorso prevede due sezioni e si rivolge a:

- giornalisti che, preferibilmente, abbiano frequentato o stiano seguendo corsi delle scuole di formazione riconosciute dall'Ordine nazionale dei giornalisti, interessati a scienza e tecnologia, che abbiano meno di 40 anni al 30 settembre 2020; possono candidarsi anche professionisti con analoghe sensibilità;
- laureati possibilmente con specializzazione post-universitaria, impegnati o che sono attivi nella divulgazione di tematiche scientifiche e tecniche, con una significativa e documentata esperienza di comunicazione verso il pubblico tramite scritti, partecipazione a eventi, modalità varie, con meno di 45 anni di età al 30 settembre 2020.

La valutazione delle candidature è affidata alla Giuria presieduta da Giuseppe Remuzzi, direttore generale dell'Istituto Mario Negri, composta dal presidente dell'UGIS e con la collaborazione di tre giornalisti soci UGIS scelti dal Consiglio direttivo dell'Unione (rispettando la parità di genere) per la competenza e la sensibilità a promuovere opportunità per i giovani. Il supporto operativo è assicurato dalla Segreteria tecnica dell'UGIS presso la FAST. Il giudizio della Giuria è insindacabile.

Le candidature per i premi e le borse del 2020 vanno presentate entro giovedì 8 ottobre compilando la scheda riportata sul sito www.ugis.it. La decisione della Giuria viene comunicata entro lunedì 9 novembre. La consegna dei riconoscimenti, prevista per il 5 dicembre 2020, si tiene a Piacenza in occasione dell'Assemblea annuale UGIS.



Selezionati i vincitori del Premio Federchimica Giovani 2019/2020

Anche quest'anno Federchimica premia i progetti dedicati alla chimica e al suo ruolo per migliorare la nostra vita. Sono 37 i migliori elaborati che hanno raccontato, in modo originale e creativo, come la chimica ci accompagna in ogni momento della nostra giornata e sia fondamentale nelle grandi sfide dell'umanità e del pianeta.

Anche per questa edizione in palio un tablet per

gli studenti che concorrono singolarmente e 2.000 euro alle scuole per i lavori di gruppo.

La scelta di partecipare al Concorso, nonostante l'emergenza Covid-19 e la chiusura delle scuole, è stata un segno di grande motivazione da parte degli insegnanti e dei loro studenti e le Giurie hanno ricevuto oltre 140 lavori di ottima qualità.

Gli istituti che partecipano da anni al premio hanno confermato le loro capacità divenendo ormai un punto di riferimento importante. Si sono registrate anche nuove scuole partecipanti (e vincenti!) nonostante il momento di grande criticità.

Queste presenze sono state valutate come un importante segnale di interesse nei confronti del concorso e, in particolare, vogliamo elogiare tutti gli insegnanti per l'impegno dimostrato e per la capacità di stimolare i propri studenti, seppur in una condizione didattica sfavorevole.

Ci auguriamo che, per tutte le scuole partecipanti, questa esperienza sia stata un momento di crescita per gli studenti oltre che un'occasione di orientamento per lo studio della chimica anche alle superiori.

Oltre ai vincitori riportiamo in questa pagina alcune "menzioni speciali" destinate a quei progetti che sono stati molto apprezzati e valutati tra i migliori ricevuti quest'anno.

Per tale ragione, si è ritenuto doveroso valorizzarli sul sito di Federchimica, quale prova virtuosa di dedizione, insegnamento e apprendimento attivo.

Grazie anche a tutti coloro (imprese, associazioni, enti, genitori) che hanno sostenuto e promosso il Premio in questi mesi.

E grazie a tutti gli insegnanti e gli studenti che hanno accolto con entusiasmo la nostra sfida sulla chimica! Per consentire a tutte le scuole di fornire le liberatorie sulla privacy, sarà possibile visualizzare tutti i progetti vincenti nel mese di settembre.

Il bando per il prossimo anno scolastico sarà disponibile nel mese di settembre.

Di seguito l'elenco dei vincitori.



CHIMICA GENERALE

Zio Otto A00113

SM Ettore Iaccarino

Ercolano (NA)

La storia di Plastiko B00075

IC via della tecnica

Pomezia (Roma)

Intervista al COVID-19 B00150

IC Trento 5 - Bresadola

Trento

MENZIONI SPECIALI

La tenacia di non mollare mai A00125

SM Padre Gabriele Maria Allegra

Valverde (CT)

La Chimica è con noi! B00123

SM Paolo VI - Istituto Lodovico Pavoni

Tradate (VA)

Corona Fake B00146

IC Egisto Paladini

Treia (MC)



AGROFARMACI

Un'arma imbattibile: l'agrofarmaco A00145

Istituto Paritario Marsilio Ficino

Figline Valdarno (FI)

Lotta integrata a Sant'Erasmo... ma gli agrofarmaci servono davvero? B00148

I.C. Franca Ongaro - plesso Pisani

Venezia



PRODOTTI AEROSOL

Un'interrogazione inaspettata A00183

IC Cesare Pavese

Santo Stefano Belbo (CN)

Prendersi cura di sé e prendersi cura dell'ambiente B00182

IC Michele Purrello

San Gregorio di Catania

Catania

MENZIONI SPECIALI

Alla scoperta dei prodotti aerosol A00177

Scuola Secondaria I Grado Gen. E. Baldassarre

Trani (BT)

Gli "aerostoranti" dei sapori B00011

IC Sant'Andrea - Plesso P. Verri

Biassono (MB)



AUSILIARI E INTERMEDI CHIMICI

Trattamenti antibatterici sui tessuti A00178

IC P. Impastato - Veglie Polo 1

Lecce

Goccia - La straordinaria storia di una goccia d'acqua B00134

IC Cadorago SM N. Machiavelli

Cadorago (CO)

MENZIONE SPECIALE

Il Grafene B00116

SM Giacomo Puccini

Massarosa (LU)



INGREDIENTI SPECIALISTICI PER IL SETTORE ALIMENTARE

La Vitamina C A00126

SM Padre Gabriele Maria Allegra
Valverde(CT)

Chimica in... bocconcini B00139

ICS Da Feltre Zingarelli
Foggia



CHIMICA DI BASE

Scuole Primarie

1° premio

Reazioni spettacolari B00002

ICS Umberto I - San Nicola Scuola Primaria N. Piccinni
Bari

2° premio

Questione di chimica B00001

III Circolo Didattico G. D'Annunzio - Scuola Primaria
Trani (BT)

3° premio

Chimicamica B00027

IC Stoppani - Scuola Primaria
Milano

Scuole Secondarie di primo grado

1° premio

Fuoriclasse. Noi e l'acido solforico... a distanza B00026

IC Plinio il Vecchio - Scuola Secondaria di primo grado
Cisterna di Latina (LT)

2° premio

Alla scoperta del bicarbonato B00012

IC Sant'Andrea, Plesso P. Verri - Scuola Secondaria di primo grado
Biassono (MB)

3° premio

L'etanolo B00118

IC Massimo Troisi - Scuola Secondaria di primo grado
San Giorgio a Cremano (NA)



BIOTECNOLOGIE

SARS-CoV-2: Non ci hai spaventato ma vogliamo sapere tutto su di te B00186

IC Calasanzio - SM G. Negri
Milano



DETERGENZA

La ricerca di Gioele A00154

IC Trento 5 - Bresadola
Trento

Il sapone A00189

IC Torraca
Matera

Rubrica TG soap del TG 3 Leonardo B00030

IC Rita Levi Montalcini
Partanna (TP)

Mr. Clean B00136

IC Cadorago SM N. Machiavelli
Cadorago (CO)



FERTILIZZANTI

Fertilizzare le menti A00119

XIV ICS G. Galilei

Padova

Tg Purrello: Speciale "I fertilizzanti" B00184

IC Michele Purrello

San Gregorio di Catania

Catania



FIBRE SINTETICHE

Le fibre "spaziali" A00010

Istituto Falcone e Borsellino

Castano Primo (MI)

Piccole ombre indistinte A00168

Istituto Comprensivo Trento 5 - Bresadola

Trento



GAS ALIMENTARI

CO₂ - cose da dire B00143

Istituto Comprensivo 4

Bologna



FARMACI DI AUTOMEDICAZIONE

Self-doctor: meglio evitare! A00166

IC Trento 5 - Bresadola

Trento

Red-mc² B00063

SM San Lorenzo

Baluardo Lamarmora 14

Novara

MENZIONI SPECIALI

La chimica che medica B00072

IC Dossetti SM Papini

Lama Mocogno (MO)

farmaQUIZ B00112

IISS Piero Calamandrei

Torino



ADESIVI E SIGILLANTI, INCHIOSTRI, PITTURE E VERNICI

Il sogno incollato B00062

IC Montessori-Scuola Secondaria di primo grado E. Montale

Bollate (MI)



COSMETICA

Una giornata in compagnia dei cosmetici B00050

IC Pegli

Genova



PLASTICA

Scuole Primarie

1° premio

Ode alla plastica B00044

Scuola Primaria De Amicis

Trani (BT)

2° premio

Ma gli uomini non cambiano... B00003

ICS Umberto I - San Nicola Scuola Primaria Filippo Corridoni

Bari

3° premio

Riciclando B00021

Scuola Primaria Santa Chiara d'Assisi

Avellino

Scuole Secondarie di primo grado

1° premio

1,2,3 ... Plastica, è ora di iniziare B00047

IC Sebastiano Grandis - Scuola Secondaria di primo grado

Borgo San Dalmazzo (CN)

2° premio

Go Bananas! Prospettive plastiche delle bucce B000661C

Carducci Vochieri - Scuola Secondaria di primo grado

Alessandria

3° premio

Conoscere la plastica per riciclare meglio B00023

IC Rita Levi - Montalcini - Scuola Secondaria di primo grado

Torbole Casaglia (BS)



COMMISSIONE EUROPEA
DIREZIONE GENERALE
RICERCA

CONCORSO EUROPEO
"I GIOVANI E LE SCIENZE"
Selezione italiana per
EUCYS 2021
Direzione generale Ricerca
della Commissione europea



Federazione delle associazioni
scientifiche e tecniche
fondata nel 1897

Giovani scienziati 2021: lo sguardo verso il futuro

La FAST-Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche non si ferma: continua anche nel 2021 la ricerca e la valorizzazione degli studenti eccellenti delle scuole superiori con la 33ª edizione del concorso europeo per i giovani scienziati. Possono partecipare singolarmente o in gruppo fino a tre le ragazze e i ragazzi tra i 14 e i 20 anni. Devono presentare studi, ricerche, contributi innovativi in qualsiasi settore della scienza e della ricerca o approfondirne le applicazioni. Tutte le proposte ricevute dalla FAST entro il 22 gennaio 2021 sono valutate da almeno quattro componenti della qualificata giuria composta da più di 40 esperti. Solo 30 lavori vengono ammessi all'esposizione e alla premiazione in programma a Milano dal 6 all'8 marzo 2021.

L'impegno degli studenti meritevoli viene compensato con premi in denaro sino a 7mila euro nella finale europea e riconoscimenti disponibili a livello mondiale. Infatti, i vincitori della selezione italiana rappresentano il nostro paese a "EUCYS-European Union Contest for Young Scientists" di Salamanca in Spagna. E poi ci sono, solo citando gli eventi più attrattivi dove partecipanti dai cinque continenti si sfidano all'ultima innovazione: Regeneron ISEF e GENIUS Olympiad negli Stati Uniti, CASTIC in Cina, LIYSF a Londra, IEYI in Russia, BUCA IMSEF e INSCO in Turchia, ESI in Messico, MOSTRATEC in Brasile, TISF a Taipei; ma pure in Belgio, Tunisia, Spagna. Vengono anche assegnati dei "certificati di merito" di prestigiose associazioni tecnico scientifiche europee ed internazionali.

Questa iniziativa si conferma la più prestigiosa a livello europeo: è voluta dalle istituzioni comunitarie (Commissione, Parlamento, Consiglio) e condivisa dai governi degli Stati membri. In Italia è inserita nel programma "lo merito" per la valorizzazione delle eccellenze del Ministero dell'Istruzione. E' una grande opportunità destinata a far dimenticare l'esperienza di quest'anno fortemente condizionata dal COVID-19. "Comunque, vedendo il bicchiere mezzo pieno, non è del tutto da dimenticare la 32ª edizione dell'iniziativa" commenta Alberto Pieri segretario generale FAST e responsabile della selezione italiana. "La cancellazione dei molti concorsi all'estero dove erano destinati gli studenti eccellenti non impedisce a quasi il 70% di loro di beneficiare dei riconoscimenti posticipati al 2021". Altri neoLeonardo possono ancora competere in streaming; c'è pure la speranza che gli ultimi premi dell'inizio del nuovo anno possano essere goduti; sono le rassegne scientifiche di Taiwan, Tunisia, Belgio e Spagna. Insomma, nessuno viene penalizzato.

“Come FAST abbiamo ancora fatto di più”, sottolinea il neopresidente ing. Roberto Bucciatti, “Pensando all’avvenire dei selezionati, abbiamo dato l’opportunità di seguire il corso specialistico su LinkedIn, per spiegare come redigere il curriculum e come valorizzare le professionalità scientifiche e tecniche. Anche gli aspiranti neoArchimede devono sapersi proporre al meglio per costruire un futuro di successo”.

Il bando della SELEZIONE ITALIANA DEL CONCORSO EUROPEO “I GIOVANI E LE SCIENZE 2020”

è scaricabile dal sito www.fast.mi.it



RadiciGroup punta su Ricerca e Innovazione: nasce “Radici InNova”

Garantire la continuità del business, incrementare la competitività delle aziende e generare valore sul territorio: con questi obiettivi RadiciGroup annuncia la nascita di Radici InNova, società consortile senza scopo di lucro volta a sviluppare nuovi progetti di ricerca e innovazione per i settori della chimica, dei polimeri ad alte prestazioni, delle soluzioni tessili avanzate, in linea con la strategia di sostenibilità del Gruppo.

Radici InNova, infatti, conferma e rilancia l’impegno di RadiciGroup rispetto alla promozione di un modello di sviluppo in grado di mantenere un equilibrio tra profittabilità economica, tutela dell’ambiente ed equità sociale.

La nuova società valorizza e rende sempre più sinergiche le attività di R&S che il Gruppo porta avanti da tempo nelle sue aree di business *Specialty Chemicals*, *High Performance Polymers* e *Advanced Textile Solutions*.

«La costituzione di Radici InNova rappresenta un traguardo importante per tutto il Gruppo e si inserisce all’interno di un percorso iniziato tempo fa - ha dichiarato Angelo Radici, Presidente di RadiciGroup - L’innovazione, infatti, è un elemento chiave che ci ha contraddistinti nel corso degli anni, permettendoci di espanderci in diversi settori e di offrire al mercato prodotti e soluzioni competitivi e all’avanguardia. Mettendo a fattor comune il know-how e le competenze delle diverse Business Area del Gruppo, sarà possibile sviluppare progetti integrati di ricerca avanzata, allineati alla nostra strategia di sostenibilità, e quindi ispirati ai principi del rispetto ambientale e dell’economia circolare, garantendo una crescita costante e un futuro migliore alle generazioni a venire».

Radici InNova, avvalendosi delle competenze interne e di relazioni mirate con soggetti terzi, gestirà e coordinerà tutte le attività di ricerca che rivestono un ruolo strategico per il Gruppo, con l’obiettivo di consolidare l’innovazione quale driver di sviluppo per RadiciGroup, con grande attenzione al miglioramento continuo dei prodotti e dei processi, ottimizzando l’uso delle risorse e riducendo l’impatto ambientale delle sue attività.

Nello specifico, sono cinque le macro-aree su cui si focalizzano le attività di ricerca di Radici InNova: sviluppo di polimeri da fonte bio, quindi a ridotto impatto ambientale, con applicazioni in diversi settori, tra cui l’automotive e l’abbigliamento; produzione di intermedi chimici derivati da fonti naturali, utilizzati nella produzione di nylon, poliesteri e poliuretani e impiegati a loro volta in una vasta gamma di prodotti di uso quotidiano; sviluppo di soluzioni per l’economia circolare, al fine di allungare il più possibile la durata dei prodotti, riciclandoli a fine vita per nuovi usi (eco-design); nuove opportunità di business, anche per prodotti già esistenti, come per esempio è avvenuto per il tessuto non tessuto prodotto dal Gruppo, che nel corso del lockdown è diventato l’ingrediente di base nella creazione di una nuova filiera *Made in Italy* per produrre camici e mascherine e far fronte così in tempi strettissimi all’emergenza sanitaria; ottimizzazione dei processi industriali, nella direzione di una sempre maggiore sostenibilità e di un miglioramento delle performance.

Oggi più che mai, in una fase delicata come quella che stiamo vivendo, per rilanciare l’economia occorre pensare a un sistema industriale innovativo, che sappia cogliere le opportunità legate ai repentini cambiamenti, implementando altrettanto velocemente soluzioni sostenibili per restare competitivi. Per fare ciò è necessario promuovere un dialogo continuativo con tutti gli attori impegnati nella ricerca e sviluppo, coniugando anche esperienze e competenze eterogenee.

«Radici InNova opererà in stretta collaborazione con centri di ricerca pubblici e privati, università, clienti e fornitori del Gruppo - ha evidenziato Stefano Alini, alla guida della nuova Società - cercando di contribuire in maniera proattiva, soprattutto in questa fase, alla ripartenza dell’industria nel segno dell’innovazione e della sostenibilità, componenti fondamentali della visione del nostro Gruppo».



European Research Council
Established by the European Commission

ERC 2020: inquinamento da nanoplastiche: Monica Passananti vince lo Starting Grants 2020

Il 3 settembre 2020, lo European Research Council (ERC), organismo dell'Unione Europea che attraverso finanziamenti competitivi sostiene l'eccellenza scientifica, ha pubblicato la lista dei progetti che hanno vinto uno Starting Grants per l'anno 2020.

Su un totale di 3272 proposte, di cui 432 selezionate, tra le 20 italiane il progetto NaPuE - Impact of Nanoplastics Pollution on aquatic and atmospheric Environments di Monica Passananti, ricercatrice del Dipartimento di Chimica dell'Università di Torino e docente di chimica ambientale, che ha ottenuto un finanziamento di 1.624.751 euro per i prossimi 5 anni. Il progetto studierà l'impatto delle nanoplastiche sull'ambiente determinando come queste possano interagire con le componenti abiotiche nell'acqua marina e nell'atmosfera e come possano modificare con i processi naturali.

L'inquinamento da plastica raggiunge le più remote aree della Terra: detriti plastici sono stati trovati quasi ovunque dalle Alpi all'Antartide e anche nell'atmosfera. Tra questi contaminanti ci sono le cosiddette nanoplastiche, non visibili ad occhio nudo, che possono essere prodotte attraverso la degradazione di pezzi di plastica più grandi o possono entrare direttamente nell'ambiente a causa di uno smaltimento non corretto.

Ancora poco si conosce su come agiscono le nanoplastiche nell'ambiente e la loro presenza negli oceani è stata dimostrata solo di recente, pertanto i rischi ambientali e sanitari non sono ancora definiti. A causa della piccola dimensione e della grande superficie esposta su cui si dispongono, le interazioni delle nanoplastiche con le specie chimiche e le forme di vita presenti in natura, possono essere significativamente differenti rispetto ai detriti più grandi.

Il progetto, che si svilupperà in cinque anni, si svolgerà presso l'Università di Torino e l'Università di Helsinki in Finlandia e si avvarrà di esperimenti di laboratorio per determinare cosa producono le nanoplastiche, quando reagiscono con la luce solare e le specie chimiche in acqua di mare e nell'atmosfera. Svilupperà una procedura di raccolta e analisi, attraverso la spettrometria di massa e tecniche di misurazione degli aerosol, un passo cruciale per analizzare quanto le nanoplastiche siano presenti nell'ambiente. Infine, valuterà il loro potenziale impatto sui processi fotochimici naturali, sugli scambi mare-atmosfera e sul ciclo del carbonio.

La ricerca fornirà importanti informazioni sulla reattività e sui meccanismi di trasformazione delle nanoplastiche nell'ambiente. I risultati saranno fondamentali per comprendere quale sia l'impatto sull'ecosistema dell'inquinamento da nanoplastiche e saranno decisivi nello sviluppare strategie per risolvere i problemi relativi all'inquinamento da plastica.

"Penso che questo progetto e in generale la ricerca sull'impatto delle plastiche sull'ambiente sia importante - ha dichiarato la professoressa Monica Passananti - perché l'inquinamento da plastica è un problema globale, infatti piccoli frammenti sono stati trovati anche nelle aree più remote della Terra. Spesso l'attenzione è focalizzata sui detriti grandi e visibili che inquinano i nostri suoli e mari, tuttavia il problema dell'inquinamento da nanoplastiche è spesso sottovalutato. Non sono visibili ad occhio nudo, ma il fatto che siano così piccole le rende potenzialmente più pericolose per l'ecosistema".

"Il nuovo riconoscimento dell'European Research Council alla professoressa Monica Passananti - ha dichiarato il Rettore Stefano Geuna - conferma ancora una volta l'eccellenza del lavoro dei ricercatori del nostro Ateneo nei diversi ambiti disciplinari. Studiare l'inquinamento delle nanoplastiche è oggi fondamentale per lo sviluppo sostenibile del pianeta e per ridurre i rischi ambientali e l'impatto sulla salute".



Al confine fra gli stati della materia:

Milano-Bicocca sintetizza il primo materiale dinamico

Dotare la materia solida della massima mobilità possibile, senza modificare la sua struttura e con l'uso di basse temperature, per poterla gestire e controllare più facilmente per nuove applicazioni.

Questo è il risultato della ricerca *"Fast motion of molecular rotors in metal-organic framework struts at very low temperatures"* coordinata da Piero Sozzani e Angiolina Comotti, docenti di Chimica macromolecolare, con il contributo di Jacopo Perego, Mattia Negroni e Charl Bezudenhout, assegnisti di ricerca, tutti afferenti al Dipartimento di Scienza dei Materiali di Milano-Bicocca.

La ricerca, realizzata in collaborazione con l'Università di Pavia, è appena stata pubblicata sulla prestigiosa rivista *Nature Chemistry*.

Per la prima volta, il team di ricercatori ha sintetizzato un solido contenente rotori molecolari con una mobilità mai registrata prima, gestibile anche alle bassissime temperature (-271 °C).

Dotare la materia di una dinamica interna pari a quella dei liquidi è un tema fondante della ricerca nel campo dei materiali. Molte funzioni ed applicazioni, sono infatti precluse per i sistemi rigidi e statici. Le proprietà dinamiche richieste devono però potersi stabilire senza sacrificare la solidità e robustezza del materiale nel suo insieme.

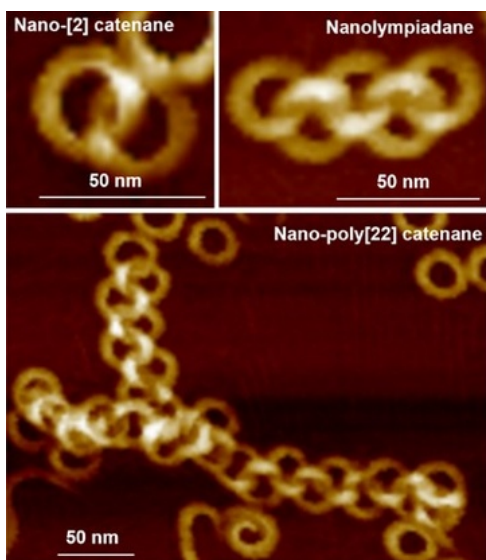
Con questo studio si è dimostrato come sia possibile ottenere una materia solida ma con alcune proprietà affini ai fluidi, attraverso l'integrazione di 'motori e rotori molecolari' in matrici solide.

Nei motori che utilizziamo nella vita di tutti i giorni, come quelli delle autovetture, le componenti rotanti rivestono un ruolo di fondamentale importanza; allo stesso modo, la realizzazione di motori molecolari richiede che siano disponibili unità molecolari rotanti in modo continuo e 'fluidi'.

Per questo, l'attività di ricerca è stata dedicata alla sintesi di strutture cristalline porose dette MOFs, acronimo per Metal-Organic Frameworks. Questa è stata la base per realizzare i rotori veloci allo stato solido, dove i gruppi molecolari rotanti vengono sostenuti da un'impalcatura cristallina fissa che agisce da statore. L'elevata porosità dei MOFs è tale che ogni gruppo molecolare rotante abbia molto spazio vuoto attorno a sé e, quindi, possa ridurre la sua interazione quasi a zero con la struttura cristallina, mantenendo un regime rotatorio ultraveloce anche a freddo e realizzando qualcosa che è in contrasto con il concetto stesso di struttura ordinata e cristallina.

«I sistemi progettati per produrre moti molecolari coerenti - dichiara il professor Piero Sozzani - permettono di commutare le forme di energia, (luminosa, magnetica ed elettrica) in lavoro meccanico coerente, utile nella vita di ogni giorno: proprio come un motore trasforma energia chimica oppure elettrica nel movimento desiderato.»

«Questo obiettivo - aggiunge Sozzani - è contrastato dall'agitazione termica che scuote perennemente le molecole come un violento terremoto: quindi, è opportuno ridurre la temperatura ai limiti estremi, ma così facendo il congelamento di ogni forma di moto è la conseguenza ovvia nei materiali esistenti fino ad ora. In questi nuovi materiali dinamici il congelamento globale non avviene anche a 2 gradi Kelvin, ma il moto persistente e unidirezionale può essere sostenuto per molti giri del rotore.»



Polimeri che si auto-assemblano come anelli di una catena per materiali innovativi

Ha l'aspetto dei cinque cerchi olimpici il "nanolimpiadano", come è stata definita la struttura complessa di anelli auto-assemblati che può diventare la base per nuovi materiali polimerici dalle proprietà innovative (<https://www.nature.com/articles/s41586-020-2445-z>).

Una collaborazione tra gruppi di ricerca provenienti da Giappone (Università di Chiba), Italia (Politecnico di Torino), Svizzera (SUPSI) e Regno Unito (Università di Keele, Diamond Light Source, e ISIS Pulsed Neutron e Muon Source) è infatti riuscita a generare e studiare strutture gerarchiche composte da anelli auto-assemblati (generati da un unico ingrediente molecolare elementare) legati meccanicamente tra di loro: si tratta di *poli-catenani supramolecolari*.

La sintesi e la caratterizzazione di tali strutture sono notoriamente difficili, in particolare quando gli anelli fondamentali stessi non sono tenuti insieme da forti legami covalenti. Nel 2016, il premio Nobel per la chimica (per il contributo alla sintesi di macchine molecolari) è stato assegnato a Ben Feringa, Fraser Stoddart e a Jean-Pierre Sauvage, quest'ultimo per essere riuscito a collegare due molecole a forma di anello in quello che viene chiamato un "catenano". A differenza dei normali polimeri, composti da monomeri interconnessi tramite legami chimici covalenti, i *catenani* sono formati da unità interconnesse tra di loro come anelli di una catena (mechanically interlocked). Ciò consente agli anelli di muoversi l'uno

rispetto all'altro, conferendo a questi materiali proprietà uniche in termini ad esempio di assorbimento, conversione e dissipazione di energia, di super-elasticità, ecc.

Questo lavoro di ricerca, coordinato da Shiki Yagai (Università di Chiba), è stato pubblicato sulla prestigiosa rivista *Nature*.

Si tratta del primo rapporto sulla creazione di *nano-poli[n]catenani* tramite auto-assemblaggio spontaneo, e senza l'uso di modelli, supporti o guide. Modificando le condizioni di auto-assemblaggio, i ricercatori hanno creato strutture complesse, tra cui un *nano-[5]catenano* con anelli interconnessi linearmente, che è stato chiamato "nanolimpiadano", in omaggio al sistema *[5]catenano* "olimpiadano", riportato per la prima volta da Fraser Stoddart e colleghi nel 1994, così chiamato per la somiglianza con il noto simbolo dei giochi olimpici.

Gli scienziati sono stati in grado di osservare queste impressionanti strutture composte da nano-anelli mediante microscopia a forza atomica, diffrazione a raggi-X e scattering a neutroni.

Ogni anello (o *nano-toroide*, di ~30 nm di diametro) è formato da circa 600 piccole molecole identiche (monomeri). Questi monomeri si assemblano spontaneamente dapprima in "rosette" piatte (assemblaggi esagonali di 6 monomeri), che poi si impilano l'una sull'altra per formare collettivamente un anello. Gli autori hanno progettato metodi per purificare gli anelli, rimuovendo qualsiasi materiale che non si era assemblato come desiderato, e hanno scoperto che l'aggiunta di tali anelli a una soluzione calda contenete monomeri facilita la formazione di nuovi assemblaggi sulla superficie degli anelli preesistenti: un processo noto come nucleazione secondaria. Sulla base di queste osservazioni, sono stati quindi in grado di creare *poli-[n]catenani* composti da un massimo di 22 anelli tramite addizione sequenziale di monomeri nel sistema. Le simulazioni molecolari multiscala condotte nel gruppo di ricerca di Giovanni M. Pavan www.gmpavanlab.com, sono state fondamentali per comprendere il meccanismo di formazione dei *poli-catenani*. Questo lavoro computazionale è stato supportato dallo European Research Council (ERC) sotto lo European Union's Horizon 2020 research and innovation program, dallo Swiss National Science Foundation (SNSF) e dalle risorse computazionali messe a disposizione dal Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS) e dal CINECA. Le simulazioni condotte hanno permesso di modellizzare la nucleazione secondaria che avviene sulla superficie degli anelli e, insieme agli esperimenti di scattering, di caratterizzare il processo.

I modelli molecolari hanno dimostrato che la causa principale che innesca la nucleazione secondaria e la crescita di nuovi anelli sulla superficie di quelli preesistenti è la limitata solubilità, che fa aderire i monomeri e le rosette sulla superficie dei *toroidi* presenti nel sistema. L'aggiunta sequenziale di monomeri ha quindi permesso agli scienziati di massimizzare l'interconnessione tra gli anelli, generando *poli-catenani* con lunghezza senza precedenti. Le dimensioni di queste strutture concatenate consentiranno uno studio approfondito delle proprietà fisiche uniche che può avere una struttura a catena composta da minuscole maglie molecolari interconnesse tra di loro, e di esplorare il loro potenziale per la creazione di nuovi tipi di macchine molecolari e materiali attivi.



Versalis: nuovi prodotti in polistirene compatto con materia prima fino al 75% da riciclo

Versalis (Eni) e Forever Plast SpA, società italiana leader a livello europeo nel settore del recupero e riciclo della plastica post-consumo, hanno firmato un accordo finalizzato allo sviluppo e alla commercializzazione di una nuova gamma di prodotti in polistirene compatto realizzati a partire da imballaggi riciclati. I nuovi prodotti Versalis Revive® PS - Series

Forever, compound a base di polistirene compatto contenente fino al 75% di polistirene riciclato, garantiscono performance in grado di soddisfare le esigenze di molteplici applicazioni, quali isolamento termico, imballaggio non alimentare e oggettistica per la casa. Il polistirene riciclato utilizzato proviene dalla raccolta differenziata domestica, come i contenitori di yogurt e stoviglie monouso che saranno forniti dal circuito COREPLA, il Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclo e il Recupero degli imballaggi in Plastica. Con la gamma Versalis Revive® PS - Series Forever l'azienda chimica di Eni amplia il portafoglio dei prodotti da riciclo meccanico, in aggiunta a quelli a base di polistirolo espandibile (Versalis Revive® EPS) e di polietilene (Versalis Revive® PE) già presenti sul mercato.



Società Chimica Italiana

La *Società Chimica Italiana*, fondata nel 1909 ed eretta in Ente Morale con R.D. n. 480/1926, è un'associazione scientifica che annovera quasi quattromila iscritti. I Soci svolgono la loro attività nelle università e negli enti di ricerca, nelle scuole, nelle industrie, nei laboratori pubblici e privati di ricerca e controllo, nella libera professione. Essi sono uniti, oltre che dall'interesse per la scienza chimica, dalla volontà di contribuire alla crescita culturale ed economica della comunità nazionale, al miglioramento della qualità della vita dell'uomo e alla tutela dell'ambiente.

La *Società Chimica Italiana* ha lo scopo di promuovere lo studio ed il progresso della Chimica e delle sue applicazioni. Per raggiungere questi scopi, e con esclusione del fine di lucro, la *Società Chimica Italiana* promuove, anche mediante i suoi Organi Periferici (Sezioni, Divisioni, Gruppi Interdivisionali), pubblicazioni, studi, indagini, manifestazioni. Le Sezioni perseguono a livello regionale gli scopi della Società. Le Divisioni riuniscono Soci che seguono un comune indirizzo scientifico e di ricerca. I Gruppi Interdivisionali raggruppano i Soci interessati a specifiche tematiche interdisciplinari.

La Società organizza numerosi convegni, corsi, scuole e seminari sia a livello nazionale che internazionale. Per divulgare i principi della scienza chimica nella scuola secondaria superiore organizza annualmente i *Giochi della Chimica*, una competizione che consente ai giovani di mettere alla prova le proprie conoscenze in questo campo e che seleziona la squadra nazionale per le *Olimpiadi Internazionali della Chimica*.

Rilevante è l'attività editoriale con la pubblicazione, congiuntamente ad altre Società Chimiche Europee, di riviste scientifiche di alto livello internazionale. Organo ufficiale della Società è la rivista *La Chimica e l'Industria*.

Nuova iscrizione

Per la prima iscrizione il Candidato Socio deve essere presentato, come da Regolamento, da due Soci che a loro volta devono essere in regola con l'iscrizione. I Soci Junior (nati nel 1987 o successivi) laureati con 110/110 e lode (Laurea magistrale e Magistrale a ciclo unico) hanno diritto all'iscrizione gratuita e possono aderire - senza quota addizionale - a due Gruppi Interdivisionali.

Contatti

Sede Centrale

Viale Liegi 48c - 00198 Roma (Italia)
Tel +39 06 8549691/8553968
Fax +39 06 8548734

Ufficio Soci Sig.ra Maria Carla Ricci

E-mail: ufficiosoci@soc.chim.it

Segreteria Generale Dott.ssa Barbara Spadoni

E-mail: segreteria@soc.chim.it

Amministrazione Rag. Simone Fanfoni

E-mail: simone.fanfoni@soc.chim.it

Supporto Utenti

Tutte le segnalazioni relative a malfunzionamenti del sito vanno indirizzate a webmaster@soc.chim.it

Se entro 24 ore la segnalazione non riceve risposta dal webmaster si prega di reindirizzare la segnalazione al coordinatore WEB giorgio.cevasco@unige.it

Redazione "La Chimica e l'Industria"

Organo ufficiale della Società Chimica Italiana

Anna Simonini

P.le R. Morandi, 2 - 20121 Milano

Tel. +39 345 0478088

E-mail: anna.simonini@soc.chim.it