



**La Chimica e l'Industria**

 **Organo Ufficiale della Società Chimica Italiana**

# NEWSLETTER

**n. 6/2022**  
**ottobre/novembre**

ISSN 2532-182X

[Clicca qui per leggere La Chimica e l'Industria online n. 5/2022](#)



# SCARICA LA APP!!

Leggi la rivista  
sul telefonino e sui tuoi dispositivi.

È gratuita!  
Disponibile per sistemi Android e iOS.



## IN QUESTO NUMERO...

### Attualità

- LE ALTERNATIVE AL METANO CHE ARRIVA CON I GASDOTTI DALL'ESTERO.**  
**Nota 5 - Produzione di biometano per idrogenazione di bio-CO<sub>2</sub> con H<sub>2</sub> verde** pag. 4  
*Carlo Giavarini, Ferruccio Trifirò*
- XXII CONGRESSO DEL GRUPPO INTERDIVISIONALE DI CATALISI** pag. 12  
*Michela Signoretto*
- LA CHIMICA E L'AMBIENTE:  
UNA STORIA DI LUCI ED OMBRE** pag. 14  
*Franco Calascibetta*
- È GIUNTO IL MOMENTO DI INVESTIRE SULLA DIDATTICA DELLA CHIMICA?** pag. 16  
*Elena Ghibaudi*
- MASSA 2022 E 4<sup>TH</sup> MS WINEDAY** pag. 21  
*a cura del Comitato Scientifico del Convegno MASSA 2022 e 4<sup>th</sup> MS\_WINEDAY*

### Chimica & Energia

- L'ENERGIA DI DOMANI: PROSEGUE LA CORSA DELL'IDROGENO** pag. 24  
*Carlo Giavarini*

### Ambiente

- Luigi Campanella* pag. 30

### Rivisitando

- ALCUNI ESEMPI DI LEGAME PERFORMANTE BORO E AZOTO** pag. 32  
*Paolo Zanirato*

### Recensioni

- Il chimico autodidatta** pag. 38  
*Matteo Guidotti*
- March of the Pigments** pag. 39  
*Marco Fontani*

### Pills & News

pag. 42

[Il n. 5 de "La Chimica e l'Industria online" è visibile qui](#)

# Attualità

## LE ALTERNATIVE AL METANO CHE ARRIVA CON I GASDOTTI DALL'ESTERO. Nota 5 - Produzione di biometano per idrogenazione di bio-CO<sub>2</sub> con H<sub>2</sub> verde

**Carlo Giavarini<sup>a</sup>, Ferruccio Trifirò**

<sup>a</sup>Esperto del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (LLPP)  
per il gas naturale e gli idrocarburi

*In questa nota si è analizzata la produzione di biometano ottenuto per idrogenazione con idrogeno verde della CO<sub>2</sub> contenuta nel biogas ottenuto da rifiuti organici o legnosi, e quindi coprodotta con il biometano. L'idrogeno verde è prodotto per elettrolisi dell'acqua, utilizzando il surplus di energia rinnovabile oggi disponibile. Nella produzione di biogas per digestione anaerobica l'idrogeno verde è introdotto nel digestore per idrogenare con microrganismi la CO<sub>2</sub> coprodotta con il metano o separandola dal metano nell'impianto di upgrading e idrogenandola per addizione di idrogeno verde con microrganismi o con il processo Sabatier, che usa catalizzatori eterogenei. Negli impianti di produzione di biogas per piro-gassificazione, l'idrogenazione con idrogeno verde della CO<sub>2</sub> coprodotta con il metano è realizzata introducendola a valle utilizzando il processo Sabatier. Un impianto da laboratorio per idrogenare la CO<sub>2</sub> separata dal biometano metano è stato realizzato anche con tecnologia fotonica.*

### Introduzione

In precedenti articoli si sono trattati i seguenti aspetti della produzione di metano e di biometano: l'utilizzo del metano rigassificato che arriva in Italia come GNL via nave [1]; la produzione in Italia di biometano per digestione anaerobica di rifiuti organici, e successiva purificazione del biogas ottenuto [2]; lo stoccaggio di metano in strutture geologiche sotterranee per conservare il metano nei periodi nei quali è meno usato e poi utilizzarlo nei periodi con maggiori esigenze [3]; la produzione di biometano da rifiuti legnosi per piro-gassificazione a gas di sintesi e sua successiva idrogenazione catalitica con l'idrogeno presente nel biogas ad alta temperatura [4].

In questa nota si tratterà la produzione di biometano per idrogenazione, con idrogeno verde, della CO<sub>2</sub> sottoprodotto della produzione di biometano. L'idrogeno definito "verde" è quello ottenuto per elettrolisi dell'acqua, utilizzando energia elettrica da fonti rinnovabili (eolico, fotovoltaico); esso può essere prodotto e/o immagazzinato nei periodi di esubero di energia, per essere poi utilizzato nelle idrogenazioni. Questo ciclo tecnologico di produzione del biometano viene chiamato "Power to gas" a seguito della sua connessione con la rete elettrica, per ottenere l'idrogeno necessario (tramite elettrolisi dell'acqua). Le diverse tecnologie proposte per l'idrogenazione di CO<sub>2</sub> a metano e biometano sono citate nel libro del Prof. Guido Saracco (Politecnico di Torino), dedicato alla Chimica Verde [5]. Inoltre, in alcuni recenti articoli [6-8] sono state trattate le diverse tecnologie per ottimizzare l'idrogenazione di CO<sub>2</sub> a biometano. Va detto che, a livello industriale, queste tecnologie sono ancora in fase di sviluppo. In un contesto, come quello attuale, in cui si vuole ridurre l'uso degli idrocarburi e promuovere l'idrogeno quale vettore energetico del futuro, può sembrare strano che si voglia trasformare la

CO<sub>2</sub> in metano usando proprio l'idrogeno. Ci sono almeno tre ragioni per farlo: 1) ancora per almeno tre o quattro decenni non si potrà sostituire del tutto l'uso del metano, che purtroppo siamo costretti ad importare in grandi quantità; 2) il metano è un idrocarburo relativamente "pulito" in quanto la sua molecola contiene 4 atomi di idrogeno contro uno solo di carbonio; 3) per una produzione massiccia e concentrata di idrogeno verde (quale quella che servirà nel futuro per l'industria e per i trasporti), e per lo sviluppo di adatte infrastrutture per il suo uso, occorreranno molti anni. L'attuale produzione di H<sub>2</sub> verde è limitata e spezzettata e, paradossalmente, dà luogo a dei surplus, in quanto non esistono le strutture per convogliarla verso una utenza che ancora non si è formata. È quindi logico utilizzare questi surplus e puntare, in un periodo di transizione che si preannuncia lungo, anche sul metano "autarchico" incrementandone la produzione in tutti i modi possibili. Inoltre, il motivo perché occorre introdurre ulteriore idrogeno per idrogenare la CO<sub>2</sub> negli impianti di produzione di biogas e poi di biometano è che il biogas di partenza, ottenuto in un digestore anaerobico o per pirogassificazione, ha solo circa il 55% di CH<sub>4</sub> e 45% di CO<sub>2</sub> perché le biomasse alimentate non producono abbastanza idrogeno e per questo è necessario introdurre ulteriore idrogeno. Infine, l'idrogeno verde è anche utilizzato per idrogenare la CO<sub>2</sub> prodotta da combustibili fossili e questo sarà l'oggetto di una successiva nota.

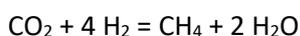
### La produzione di idrogeno verde e di bio-CO<sub>2</sub>

L'idrogeno verde è prodotto per elettrolisi dell'acqua utilizzando energia elettrica derivante dall'attuale *surplus* di energia rinnovabile [9]. L'elettrolita è generalmente una soluzione acquosa di idrossido di sodio (NaOH) o idrossido di potassio (KOH) e gli elettrodi sono costituiti da acciaio rivestito di nichel; le celle lavorano a temperature tra 50 °C e 80 °C e producono idrogeno ad alta purezza (fino a 15 barg). La CO<sub>2</sub> utilizzata per produrre biometano è quella coprodotta (sotto forma di biogas) negli impianti di digestione anaerobica di rifiuti organici e negli impianti di piro-gassificazione di rifiuti legnosi; essa viene in genere immessa nell'atmosfera dopo la separazione del biometano; solo in pochi casi viene recuperata per uso industriale [2]. Dato il prevedibile forte sviluppo degli impianti di biogas e di biometano, la quantità di CO<sub>2</sub> coprodotta aumenterà notevolmente; la sua utilizzazione contribuirà a ridurre le emissioni e ad aumentare il contributo del biogas verso soluzioni sostenibili. Sono necessarie solo poche modifiche al processo per la sua separazione e purificazione (*upgrading*). Va detto che le fonti di CO<sub>2</sub> da biogas sono di varie dimensioni e dislocate in diversi punti della penisola; nel caso di una sua trasformazione a metano, andrebbero, almeno in parte, collegate.

L'idrogenazione della CO<sub>2</sub> può essere fatta, con idrogeno verde, mediante catalisi eterogenea o mediante microrganismi metaniferi; si può ricorrere anche, in misura molto minore, alla foto-riduzione. Un recente articolo pubblicato il 10 ottobre 2022 [10] ha messo in luce, sulla base di considerazioni quantitative e qualitative, il potenziale che deriva dalla valorizzazione della CO<sub>2</sub> contenuta nel biogas in Svezia (simile a questo articolo), in quanto potrebbe aumentare la produzione nazionale di metano per sua idrogenazione.

### L'idrogenazione catalitica di bio-CO<sub>2</sub>

L'idrogenazione catalitica della CO<sub>2</sub> a CH<sub>4</sub> è chiamata storicamente "reazione di Sabatier", dal nome del suo scopritore; il chimico francese Paul Sabatier, infatti, insieme a Jean-Baptiste Senderens, realizzò la reazione nel 1887, utilizzando catalizzatori a base di nichel e lavorando fra 300-400 °C, a circa 3 Mpa [11-13]:



È interessante ricordare che diversi anni dopo (nel 1912) Sabatier prese il premio Nobel per la chimica con la seguente motivazione: "*For his method of hydrogenating organic compounds in*

*the presence of finely disintegrated metals, whereby the progress of organic chemistry has been greatly advanced in recent years*". Attualmente la metanazione catalitica avviene a temperature tra 200 e 550 °C e a pressioni comprese tra 20 e 100 bar. Il catalizzatore più utilizzato è il nichel supportato su  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ , che presenta elevata attività, buona selettività per il metano ed elevata disponibilità (quindi costi inferiori); esso però richiede una elevata purezza dei gas in ingresso, per evitare il suo avvelenamento. A seguito della forte esotermicità della reazione (165 kJ/mole), il secondo problema della metanazione è la scelta del reattore, che deve garantire una corretta gestione della temperatura, per evitare il danneggiamento del catalizzatore. Altri catalizzatori utilizzabili possono essere a base di Ru, Pd, Fe e Co; anch'essi però sono sensibili all'avvelenamento da parte delle impurezze della  $\text{CO}_2$ . La metanazione catalitica può essere utilizzata a valle negli impianti che producono biogas per piro-gassificazione di rifiuti legnosi o di rifiuti organici solidi, ma anche a valle degli impianti di digestione anaerobica di rifiuti organici, dove dopo l'impianto di *upgrading*, si dovrà introdurre un reattore di idrogenazione, per idrogenare la  $\text{CO}_2$  separata dal metano.

### L'idrogenazione di bio- $\text{CO}_2$ con microrganismi

Per ottenere biometano per idrogenazione di  $\text{CO}_2$ , è possibile utilizzare anche processi di biometanazione tramite batteri metanogeni (tipo archeobatteri), che trasformano la  $\text{CO}_2$  in metano in presenza di idrogeno; questa tecnologia è stata scoperta a Delft nel 1906. L'idrogeno, introdotto nel biodigestore, permette di idrogenare quasi completamente la  $\text{CO}_2$  (Fig. 1).

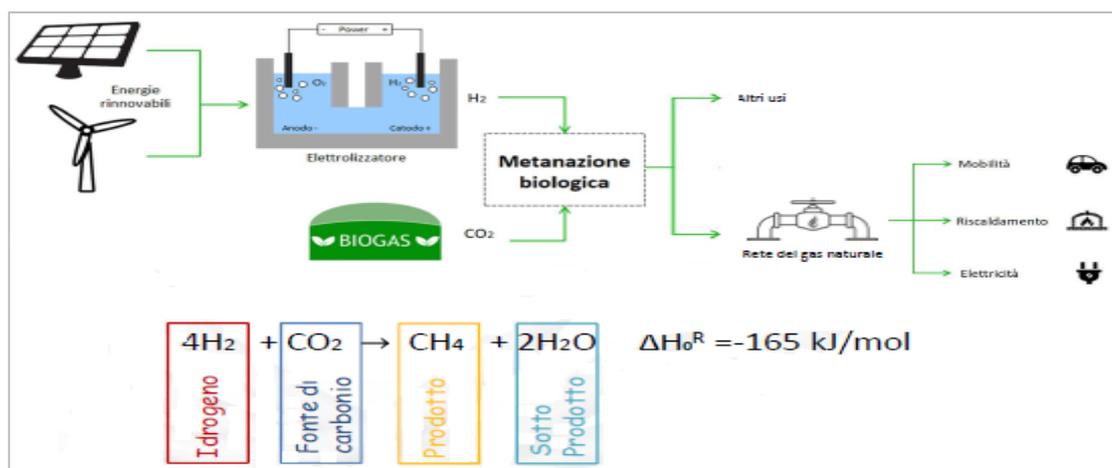


Fig. 1 - Idrogenazione  $\text{CO}_2$  con microrganismi

I principali vantaggi della bio-metanazione rispetto al processo catalitico sono la più bassa temperatura e pressione di reazione, senza che sia necessario purificare la  $\text{CO}_2$  [14, 15]. I batteri metanogeni operano in condizioni di ossigeno molto basso, fra 35-55 °C e a pressione atmosferica, ma con un rapporto  $\text{H}_2/\text{CO}_2$  pari a 7/1 e cioè quasi il doppio rispetto al teorico. Il problema della idrogenazione con batteri è la bassa solubilità dell'idrogeno in acqua, che è 40 volte minore di quella della  $\text{CO}_2$ ; per questo è necessario intervenire per aumentare la solubilizzazione dell'idrogeno. La metanazione del biogas può essere effettuata già all'interno del digestore (*in-situ*), iniettando idrogeno e controllando i parametri operativi (per non compromettere l'intero processo di digestione anaerobica), oppure alimentando il biogas con idrogeno verde in un secondo reattore esterno (*ex-situ*) in cui sono presenti microrganismi metanogeni. Questo secondo reattore di idrogenazione con microrganismi può essere introdotto sia subito dopo il digestore anaerobico, sia dopo l'impianto di *upgrading*.

### I progetti realizzati a Pinerolo (TO) per la idrogenazione di bio-CO<sub>2</sub> a biometano

Presso lo stabilimento di “Acea Pinerolese Industriale” a Pinerolo (TO), dove era stato costruito nel 2014 il primo impianto di produzione di biometano ottenuto dalla frazione organica dei rifiuti solidi urbani (Forsu) in Italia, e nel 2020, un secondo impianto di dimensioni maggiori, nel 2016 è partito un progetto dal nome “ProGeo”, per realizzare un impianto sperimentale di idrogenazione della CO<sub>2</sub> a biometano, con idrogeno verde; la CO<sub>2</sub>, prodotta dalla digestione anaerobica di rifiuti organici, è separata dal biometano nello stadio di *upgrading*, mediante assorbimento in acqua, dopo raffreddamento e compressione del biogas [16, 17]. Il progetto ProGeo (Fig. 2 e Fig. 3) è stato preceduto dal progetto Prometeo, che aveva l’obiettivo di produrre H<sub>2</sub> verde per elettrolisi dell’acqua, utilizzando l’energia in eccedenza prodotta da energie rinnovabili (eolico e fotovoltaico). Il progetto ProGeo è stato finanziato dall’Unione Europea nell’ambito del programma Horizon 2020, ed è stato avviato il 1° giugno 2016 per produrre 25 Nm<sup>3</sup>/h di biometano. L’azienda Hysytech ha realizzato l’impianto sperimentale di metanazione catalitica e il sistema di purificazione. Nel progetto ProGeo l’idrogenazione catalitica della CO<sub>2</sub> avviene in un singolo stadio (inter-raffreddato con ricircolo) con un sistema successivo di purificazione, per aumentare la purezza del metano e per ricircolare i reagenti non convertiti nel reattore di idrogenazione. Questa tecnologia di idrogenazione permette una riduzione dei costi di impianto e un aumento della conversione di H<sub>2</sub>.



Fig. 2 - Interno dell’impianto pilota Progeo



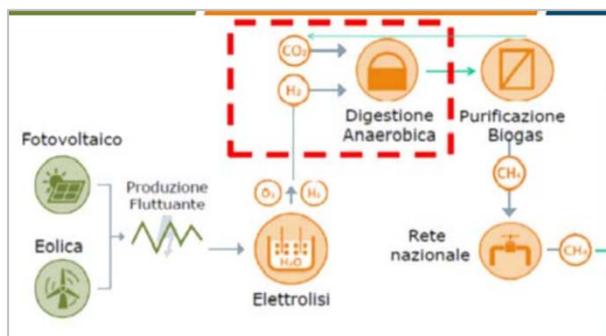
Fig. 3 - Esterno dell’impianto pilota Progeo

Successivamente la stessa azienda è stata coinvolta in un secondo progetto, chiamato Spotlight e destinato alla produzione di biometano utilizzando CO<sub>2</sub>, idrogeno verde e un dispositivo fotonico a luce solare per realizzare l’idrogenazione. Il progetto è stato avviato nei primi mesi del 2021, finanziato al 100% da un bando Horizon 2020 dell’UE e guidato da un centro di ricerca olandese [18-21]. Obiettivo del progetto è lo sviluppo di un dispositivo fotonico che utilizza luce solare per convertire CO<sub>2</sub> (prodotta da ACEA nel digestore anaerobico) a biometano, con idrogeno verde; viene anche prodotto, per *reverse water gas shift* anche un syngas che contiene CO (utilizzabile per produrre metanolo). Inoltre, all’interno del progetto, si è anche realizzata la produzione di H<sub>2</sub> dal biogas per trattamento con H<sub>2</sub>O ed O<sub>2</sub>. Il 13/6/2022 è stata diffusa la notizia che a Colonia (Germania) sarà realizzato un impianto “Spotlight” di maggiori dimensioni, da parte della società Fraunhofer [22]. Il dispositivo a fotoni di Spotlight in Germania comprenderà un reattore a flusso trasparente ottimizzato per l’incapsulamento della luce nel letto del catalizzatore; farà uso di ottiche solari ausiliarie per la concentrazione della luce solare e la

proiezione sul reattore, nonché di un diodo a emissione luminosa, efficiente dal punto di vista energetico per il funzionamento continuo.

### Biometano da fonti rinnovabili con il progetto +GAS di Enea

Con il progetto +GAS, Enea ha studiato la possibilità di aumentare la quantità di biometano, prodotto in un impianto di digestione anaerobica di rifiuti organici, introducendo  $H_2$  verde nel



bidigestore per aumentare l'idrogenazione di  $CO_2$ ; il processo si basa sull'uso di batteri idrogenofili metanogeni, che già sono usati per la produzione di biometano [23-25]. Con questa tecnologia non solo si aumenta la quantità di  $CH_4$ , ma si evita la emissione di  $CO_2$  in atmosfera e si riducono i costi di separazione della  $CO_2$  dal metano nel processo di *upgrading* del biogas (Fig. 4).

Fig. 4 - Schema impianto simile al progetto +Gas

Per realizzare queste ulteriori idrogenazioni della  $CO_2$  nel digestore anaerobico, Enea ha messo a punto soluzioni tecnologiche in grado di facilitare la solubilizzazione dell'idrogeno aggiunto e di incrementare il suo grado di assimilazione da parte di microrganismi selezionati; in pratica viene impiegato un cavitatore idrodinamico che migliora la dissoluzione dei gas nella fase liquida. In linea teorica, la  $CO_2$  che non venisse idrogenata dai microrganismi in uscita dall'*upgrading*, potrebbe essere utilizzata in un impianto a valle per la metanazione chimica, producendo ulteriore biometano. Il progetto +GAS ha avuto inizio il 1° settembre 2016 ed è terminato il 31 agosto 2018 coordinato dall'ENEA, che ha vinto con questo progetto il Bando della Regione Emilia-Romagna per soluzioni innovative di ricerca industriale strategica in ambito energetico. Le apparecchiature sperimentali sono state realizzate con i fondi POR-FESR (Programma Operativo Regionale - Fondo Europeo di Sviluppo Regionale) e sono state presentate a Ecomondo 2018. In futuro dovranno essere realizzati impianti pilota e dimostrativi per verificare la fattibilità industriale del processo (Fig. 5).



Fig. 5 - Progetto +Gas

### Impianto pilota di biometano realizzato da Enea alla Casaccia (RM)

Enea ha realizzato alla Casaccia, nel 2018, un impianto sperimentale di produzione di biometano per piro-gassificazione di rifiuti legnosi e successiva idrogenazione del biogas, impianto già

analizzato nella nota precedente [4]. Trattasi di un pilota dove la piro-gassificazione è accompagnata da un impianto di produzione di idrogeno, ottenuto per elettrolisi dell'acqua;  $H_2$  viene introdotto nei reattori di idrogenazione, già esistenti a valle del piro-gassificatore, aumentando la quantità di metano, prodotta per idrogenazione di CO e  $CO_2$  non convertiti dall'idrogeno insufficiente del biogas.

### Impianto di produzione di biometano in costruzione a Corticella (BO)

Il 6 settembre 2022 è giunta la notizia [26-28] che a Bologna nel 2023 l'azienda Hera con il gruppo Pietro Fiorentini realizzerà un impianto di produzione di biometano per idrogenazione con microrganismi (tecnologia della controllata tedesca MicroPyros) della  $CO_2$  sequestrata dall'impianto di digestione anaerobica dei fanghi di depurazione delle acque reflue (Fig. 6), che



è un grande impianto presente da anni a Corticella (BO). A Corticella si produrrà  $H_2$  per elettrolisi dell'acqua di reflue depurate utilizzando energia elettrica prodotta in eccesso da fonti rinnovabili ed il biometano prodotto sarà utilizzato da 1200 famiglie della zona; l'impianto si chiamerà SynBioS (*Syngas Biological Storage*) con un investimento di 10 milioni di euro.

Fig. 6 - Impianto depurazione acque di Corticella (BO)

### Recenti proposte per la Sardegna

Nel 2021 alcuni docenti della Facoltà di Ingegneria di Cagliari hanno proposto, a seguito del previsto futuro incremento di energia elettrica prodotta nell'isola da fonti rinnovabili, che sarebbe utile produrre in Sardegna idrogeno verde per idrogenare la  $CO_2$  proveniente dagli impianti di biogas [29]. È stato sottolineato nell'articolo che in Sardegna, dove non arriva il metano, sono già attivi 25 impianti di produzione di biogas per digestione anaerobica di rifiuti organici; in futuro potrebbero arrivare a 100 e la  $CO_2$ , coprodotta insieme al metano, potrebbe essere idrogenata per produrre ulteriore biometano.

### Nuovi Impianti di idrogenazione di bio- $CO_2$ a biometano in Europa

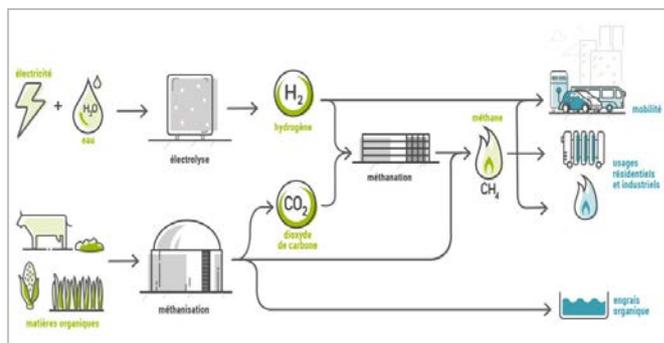


Fig. 7 - Impianto Methycentre

In Francia sono andati in marcia recentemente due impianti di produzione di biometano.

A Indre et Loire è stato realizzato l'impianto *Methycentre* (Fig. 7), dove, con idrogeno verde, viene idrogenata cataliticamente la  $CO_2$  proveniente dal digestore anaerobico e separata dal metano nell'impianto di upgrading [30].

A Duchy, vicino Saint-Florentin, è stato costruito l'impianto *Hycounais* (Fig. 8) dove la  $CO_2$  coprodotta con il metano [30] nell'impianto di digestione anaerobica di rifiuti organici, dopo separazione dal metano, è idrogenata a biometano con idrogeno verde, in un reattore contenente microrganismi selezionati.

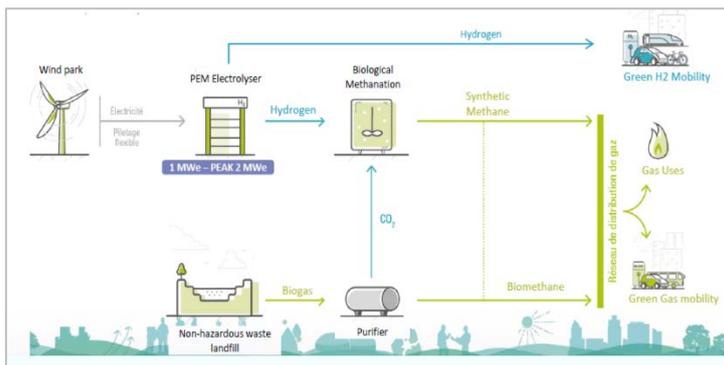


Fig. 8 - Impianto Hycaunais in Francia

Infine, il 7 giugno 2022 è stato pubblicato un articolo [31], dove è stata riportata la notizia che ricercatori del Fraunhofer Institute for Microengineering and Microsystems (Mainz, Germania) hanno trovato un modo efficiente per convertire a metano per idrogenazione la CO<sub>2</sub> contenuta nel biogas.

All'interno del reattore di idrogenazione è stata realizzata una struttura di microcanali, rivestiti con il catalizzatore, in cui fare fluire H<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>; con questo reattore viene aumentata la superficie di contatto tra i gas e il catalizzatore, e quindi anche la resa in biometano e la Fig. 9 riporta uno schema dell'impianto sperimentale. Utilizzando questa tecnologia, in Germania sono stati già costruiti due impianti dimostrativi di diverse dimensioni; un impianto industriale sarà costruito nel 2025. Sembra che la produzione di biometano in Germania sostituirà il metano che proviene dalla Russia[32].



Fig. 9 - Impianto di laboratorio Fraunhofer (Germania)

### Conclusioni

L'interesse ad aumentare la produzione di biometano per idrogenazione della CO<sub>2</sub> co-prodotta negli impianti di biometano, non è dovuto solo alle motivazioni espresse nel titolo di questo articolo, ossia per trovare alternative al metano che arriva con i gasdotti; in futuro è essenziale realizzare questi processi per i seguenti motivi:

- 1) utilizzare i rifiuti organici e i rifiuti legnosi, producendo biogas, per non sprecare materie prime naturali;
- 2) diminuire le emissioni di CO<sub>2</sub>, la cui produzione aumenterà insieme a quella del biogas;
- 3) utilizzare l'eventuale surplus di energia rinnovabile per produrre idrogeno utilizzabile per idrogenare la CO<sub>2</sub>.

Inoltre, l'attuale aumento del prezzo del metano di origine fossile, rende la produzione di biometano con le tecnologie descritte in questa nota competitive. In Italia abbiamo diversi impianti pilota ed è in costruzione il primo impianto industriale. Il 14 settembre 2022 è comparsa la notizia [33] che sono stati approvati dalla Commissione Europea gli incentivi per la produzione di biometano incoraggiando (attraverso il Pnrr, con 1,7 miliardi di euro) la costruzione di impianti di produzione di biometano sostenibile, nuovi o riconvertiti da precedenti produzioni. Questo prevedibile aumento della produzione di biometano aumenterà la coproduzione di CO<sub>2</sub> e quindi ci sarà l'esigenza di costruire ulteriori impianti di idrogenazione della CO<sub>2</sub> a biometano. Il 3 ottobre 2022 è stata pubblicata la notizia [34], che il 20 settembre 2022 la Commissione UE e i

leader del settore impegnati nella transizione verso l'energia verde, hanno lanciato la "Biomethane Industrial Partnership" (BIP) una nuova partnership pubblico-privato già annunciata nel Piano "REPwerEU", che ha l'obiettivo di aumentare la produzione annua e l'uso di biometano a 35 miliardi di metri cubi entro il 2030. Nell'articolo è riportato che questa proposta ridurrà la dipendenza dell'Europa dal gas naturale dalla Russia in un modo conveniente, e, al contempo, contribuirà in modo sostanziale a un sistema integrato di energia netta zero, diversificando i redditi degli agricoltori e garantendo un approccio circolare.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] C. Giavarini, F. Trifirò, *La Chimica e l'Industria Newsletter*, 2022, **9**(2), 4.
- [2] C. Giavarini, F. Trifirò, *La Chimica e l'Industria Newsletter*, 2022, **9**(3), 4.
- [3] C. Giavarini, F. Trifirò, *La Chimica e l'Industria Newsletter*, 2022, **9**(4), 4.
- [4] C. Giavarini, M. Livi, F. Trifirò, *La Chimica e l'Industria Newsletter*, 2022, **9**(5), 4.
- [5] G. Saracco, *Chimica verde 2.0: impariamo dalla natura come combattere il riscaldamento globale*, a cura di Stefano Dalla Casa, Zanichelli, Bologna, 2017.
- [6] A.S. Calbry-Muzyka, T.J. Schildhauer, *Frontier Energy Research*, 2020, December, **8**, Article 570887.
- [7] M.F. Torcida, D. Curto, M. Martin, *Chemical Engineering Research and Design*, 2022, **181**, 89.
- [8] G. Varvoutis, A. Lampropoulos *et al.*, *Energies*, 2022, **15**(13), 4790.
- [9] [Biomethane from hydrogen and carbon dioxide](#)
- [10] S. Cordova, M. Gustafsson *et al.*, *Journal of Cleaner production*, 2022, **370**, 133498.
- [11] [\(PDF\) Metanazione della CO2 con H2 \(researchgate.net\)](#)
- [12] S. Pieta, A. Lewalska-Graczyk *et al.*, *Catalysts*, 2021, **11**(4), 433.
- [13] S. Falcinelli, A. Capriccioli *et al.*, *Physchem*, 2021, **1**(1), 82.
- [14] J. Zabranska, D. Pokorna, *Biotechnology Advances*, 2018, **36**(3), 707.
- [15] A.I. Adnan, M.Y. Ong *et al.*, *Bioengineering*, 2019, **6**(4), 92.
- [16] [Biometano dalla metanazione della CO2 - Hi-Tech Ambiente \(hitechambiente.com\)](#)
- [17] Periodic Reporting for period 2 - ProGeo (ProGeo) | H2020 | CORDIS | European Commission (europa.eu)
- [18] <https://www.aceapinerolese.it/acea-pinerolese-industriale-guarda-al-futuro-con-il-progetto-spotlight/>
- [19] <https://spotlight-project.eu/category/news/>
- [20] <https://spotlight-project.eu/2022/05/a-reactor-equipped-with-a-plasmonic-catalyst-to-produce-either-methane-or-carbon-monoxide-is-being-developed-for-operation-under-concentrated-sunlight/>
- [21] The project - SPOTLIGHT (spotlight-project.eu)
- [22] Lab exchange: "transfer of lab-scale syntheses to a larger scale" - SPOTLIGHT (spotlight-project.eu) Fraunhofer
- [23] [Energia: biometano da fonti rinnovabili impianti di piccola taglia con il progetto + GAS](#)
- [24] Progetto +GAS, Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (Enea.it)
- [25] [Le nuove frontiere del Power-to-Gas: produrre biometano con idrogeno e CO2 | QualEnergia.it](#)
- [26] [Idrogeno 'verde' e biometano da acque reflue nel nuovo impianto 'power to gas' di Hera a Bologna - DIRE.it](#)
- [27] [SynBioS: impianto Hera per biometano da rinnovabili \(regionieambiente.it\)](#)
- [28] <https://www.bologna24ore.it/notizie/ambiente/2022/09/06/hera-presenta-in-anteprima-il-suo-impianto-power-to-gas/>
- [29] G. Concas, F. Lonis *et al.*, E3S Web of Conferences 312, 08015 (2021), 76° Italian National Congress ATI.
- [30] <https://www.h2it.it/la-valorizzazione-della-co2-attraverso-lidrogeno-i-progetti-in-francia/>
- [31] [Fraunhofer process increases methane yield from biogas plants](#)
- [32] [Germany: replacing Russian gas with biomethane feasible | European Biogas Association](#)
- [33] <https://www.rcinews.it/2022/09/14/incentivi-per-la-produzione-di-biometano/>
- [34] [Biometano: una partnership industriale per 35mil. di m3 annui \(regionieambiente.it\)](#)

# Attualità

## XXII CONGRESSO DEL GRUPPO INTERDIVISIONALE DI CATALISI

**Michela Signoretto**

*Dipartimento di Scienze Molecolari e Nanosistemi*

*Università Ca' Foscari di Venezia*

[miky@unive.it](mailto:miky@unive.it)

*Il XXII Congresso Nazionale della Catalisi si è proposto di fornire il proprio contributo all'avanzamento delle conoscenze e all'applicazione di un approccio collaborativo e multidisciplinare quale condizione essenziale per un rapido raggiungimento degli obiettivi che oggi la Società chiede alla ricerca scientifica.*



**D**al 11 al 14 settembre 2022 si è svolto il XXII Congresso del Gruppo Interdivisionale di Catalisi della Società Chimica Italiana (GIC 2022). Il mare di Riccione ha fatto da cornice a quattro giorni molto intensi in cui i 120 partecipanti hanno potuto, finalmente, incontrarsi in presenza dopo la lunga pausa dovuta alla pandemia. Valore aggiunto al Congresso è stata la partecipazione di un elevato gruppo di giovani, grazie anche alle 42 borse di partecipazione messe a disposizione dal Gruppo Interdivisionale di Catalisi (23) dalla Divisione di Chimica Industriale (10), dalla Divisione di Chimica Organica (3), Chimica Inorganica (2), Chimica-Fisica (2) e dal Consorzio Interuniversitario di Scienza e Tecnologia dei Materiali INSTM (2).

Protagonista è stata, ovviamente, la Catalisi in tutti i suoi aspetti: omogenea, eterogenea ed enzimatica. L'attenzione è stata focalizzata sul ruolo strategico che la catalisi gioca nell'attuale panorama mondiale che, nella sua complessità e criticità, richiede una netta accelerazione verso soluzioni concrete per un'effettiva transizione energetica e socio-economica. Le tecnologie abilitanti chiave, come le nanotecnologie, la manifattura avanzata, i materiali avanzati, le biotecnologie industriali, si basano sulla capacità della catalisi di alimentare la catena del valore del sistema produttivo, facilitando processi di trasformazione che nei prossimi anni saranno sempre più finalizzati alla trasformazione di rifiuti, materie prime seconde, anidride carbonica in prodotti chiave ad alto valore aggiunto. È una sfida che ci chiede di rivedere anche le modalità con cui queste trasformazioni vengono realizzate, impiegando fonti energetiche alternative, come la fotocatalisi e l'elettrocatalisi, e applicando quei principi di "chimica sostenibile" che hanno reali prospettive di utilizzo pratico.

Nel corso delle otto ricchissime sessioni i ricercatori, provenienti dall'accademia e dal mondo industriale, hanno condiviso i loro progetti di ricerca, facendo il punto sul panorama nazionale e internazionale in relazione alle tematiche chiave dello sviluppo sostenibile e dell'economia circolare. È emerso chiaramente che solo un approccio multidisciplinare, integrato e collaborativo tra accademia ed industria può permettere il raggiungimento di risultati concreti; è in questa direzione che la ricerca si sta muovendo anche se sono ancora numerose le criticità e gli sforzi che devono essere compiuti.

Le due conferenze plenarie, proprio in quest'ottica, hanno mostrato la complementarità delle visioni di accademia ed industria attraverso una panoramica sullo sviluppo di catalizzatori e processi innovativi per far fronte alle attuali sfide dell'economia e dell'industria. La prima conferenza plenaria è stata presentata dalla Prof.ssa Regina Palkovits, professore ordinario di Catalisi Eterogenea e Chimica Industriale presso l'Università RWTH di Aachen. Nel 2011, Palkovits è stata selezionata come una delle 100 donne tedesche del domani. La ricerca nel suo gruppo si concentra sullo sviluppo di nuovi catalizzatori solidi per l'utilizzo efficiente delle risorse fossili e rinnovabili e sulla progettazione di processi per la trasformazione di biomassa, anidride carbonica e rifiuti in sostanze chimiche a

valore aggiunto e combustibili *carbon negative*. La seconda conferenza è stata tenuta dal Dr. Nicola Ballarini, Direttore del Centro di ricerca e sviluppo di Clariant Novara. Il Dr. Ballarini ha presentato una serie di soluzioni catalitiche recentemente sviluppate da Clariant con diversi partner accademici ed industriali sempre nell'ottica di favorire la transizione energetica ed uno sviluppo sostenibile a 360°. Il Prof. Mario Chiesa nella *keynotes* dal titolo "Metal-oxide Interactions in Heterogeneous Catalysis. Insights from Spin Density Studies of Open-shell Single Atom Catalysts" ha mostrato come la combinazione sinergica di diverse tecniche di caratterizzazione avanzate quali, ad esempio, la risonanza magnetica elettronica può essere utilizzata per la modellizzazione e caratterizzazione di catalizzatori metallici eterogenei. La Prof.ssa Enrica Gianotti ha proposto, invece, una lezione sul design e sull'impiego di materiali ibridi nanostrutturati in catalisi ed in applicazioni industriali avanzate. Il Dr. Thomas Pasini nella sua *keynote* ha, infine, focalizzato l'attenzione sulla sfida relativa alla valorizzazione delle biomasse proponendo il punto di vista di Eni.

L'upgrade delle biomasse e l'economia circolare sono state anche le tematiche sulle quali si sono focalizzate le presentazioni dei sei vincitori dei premi conferiti nel Corso del Congresso. Il premio Adolfo Parmaliana è stato assegnato a Melissa Galloni, mentre Alessia Ari ed Emilia Paone sono state premiate, rispettivamente, per la miglior tesi di Dottorato e come migliore ricercatore Junior. Il premio Mauro Graziani è stato conferito a Seyedeh Someyeh Toghavi e ad Alessia Marino e la Signora Grasselli ha consegnato i premi intitolati al marito Robert Grasselli ad Alessandro Fiorano e Roberta Fiorenza. Al Dr. Rinaldo Psaro è stata conferita la targa Fauser per il suo indiscutibile contributo ed impegno nella catalisi come ricercatore, divulgatore e colonna portante del Gruppo Interdivisionale di Catalisi.



C'è stato spazio, anche, per premiare i poster che hanno animato la discussione durante tutti i coffee break. Nel corso della cena sociale i quattro migliori poster sono stati premiati con un simbolico premio in denaro che è stato conferito in loco ai vincitori. La cena sociale è stata solo uno dei diversi momenti conviviali che hanno arricchito ed animato il Congresso. Indimenticabile il buffet di benvenuto sulla terrazza panoramica del Hotel Corallo. Il tramonto sul mare ha fatto da cornice ad un momento conviviale in cui chiacchiere, risate ed ottimo cibo hanno animato una serata all'insegna dell'allegria e del ritrovarsi. Perfettamente riuscita anche la cena sociale in cui tutti hanno contribuito attivamente, ritrovandosi, alla fine, sulla pista da ballo.

Il Congresso ha dimostrato ancora una volta come siano fondamentali per l'avanzamento della ricerca e del progresso: la condivisione dei risultati, il fare network ed il confronto. Tutto questo è stato possibile anche durante gli anni della pandemia, ma, nulla può sostituire il valore di uno sguardo, di una stretta di mano, di un pranzo condiviso e di una discussione in cui tutti i partecipanti si trovino all'interno della stessa stanza. Per questo non si possono che ringraziare tutti i membri dei Comitati Scientifico ed Organizzatore che si sono spesi per la buona riuscita del Congresso.

Un riconoscimento speciale va alla Prof.ssa Stefania Albonetti responsabile dell'organizzazione e ad Elena, Federica, Tommaso, Andrea che l'hanno aiutata/affiancata in tutte le fasi di preparazione.

A tutti un arrivederci a Genova per il XXIII Congresso del Gruppo Interdivisionale di Catalisi.

# Attualità

## LA CHIMICA E L'AMBIENTE: UNA STORIA DI LUCI ED OMBRE

**Franco Calascibetta**

*Presidente del Gruppo Nazionale Storia e Fondamenti della Chimica*

[franco.calascibetta@uniroma1.it](mailto:franco.calascibetta@uniroma1.it)

*Il XIX Convegno di Storia e Fondamenti della Chimica ha affrontato quest'anno un tema quanto mai interessante: il rapporto tra chimica e problematiche ambientali, relazione complessa e non sempre facile, ma tuttavia essenziale per uno sviluppo equilibrato e sostenibile.*



Il Gruppo Nazionale di Fondamenti e Storia della Chimica organizza dal 1985 i suoi convegni, che si sono svolti regolarmente ad anni alterni. Le difficoltà sorte per la pandemia che ha imperversato nel nostro paese e in tutto il mondo ha interrotto questa usuale cadenza, consigliando i responsabili del Gruppo di posticipare di un anno l'effettuazione del XIX Convegno, inizialmente previsto per il 2021.

Cessata fortunatamente l'emergenza, esso si è potuto tenere nei giorni dal 26 al 28 settembre presso l'Università della Basilicata, polo di Macchia Romana, ospitato nell'Aula Magna del Dipartimento di Matematica, Informatica ed Economia.

Il Convegno ha visto come di consueto la presentazione della più recenti ricerche nel campo della Storia e dei Fondamenti della Chimica da parte degli studiosi italiani del settore. Oltre a questa panoramica, atta a testimoniare la vitalità del Gruppo, gli organizzatori hanno però scelto di dedicare una parte del Convegno ad uno specifico tema, considerato meritevole di attenta riflessione: il rapporto tra la chimica e l'ambiente e come esso si è modificato ed evoluto nel corso del tempo. Tale tema è stato affrontato nelle sue varie sfaccettature in una serie di relazioni plenarie ad invito, che hanno visto coinvolti esperti italiani e stranieri.

Già nella relazione di apertura del Convegno, il prof. Campanella dell'Università di Roma ha ripercorso l'accresciuta consapevolezza da parte dei chimici della necessità di tener conto dell'impatto dei propri interventi sulla qualità di acqua, aria, suolo, beni essenziali che vanno prioritariamente tutelati, giungendo, a conclusione del suo intervento, a riflettere su come il *Recovery Plan* rappresenti un'imperdibile occasione per delineare il tipo di società che si vuole lasciare alle prossime generazioni e per fissare alcune fasi salienti di questo percorso di riconversione delle attività umane.

È seguita un'apprezzata conferenza dei professori Balzani e Venturi dell'Università di Bologna, che hanno parlato di un tema sempre più attuale, quello del fabbisogno energetico necessario per le attività umane e della maniera con cui storicamente l'uomo ha cercato di soddisfarlo. Essi hanno riflettuto sulla necessità di passare dai combustibili fossili, destinati ad esaurirsi, alle fonti primarie rinnovabili, sole, vento, acqua. La loro conversione in energia elettrica richiede, però, l'uso di materiali (in particolare, metalli) che dobbiamo estrarre dalla Terra. Nei prossimi anni dovremo capire sempre meglio quali sono gli elementi più utili per i processi collegati alla generazione e all'uso dell'energia elettrica, elementi che allo stesso tempo dovranno essere riciclabili con alta efficienza.

Un'altra conferenza ha affrontato da un diverso punto di vista il rapporto della chimica con le attività umane e i problemi anche etici che i chimici hanno anche nel passato dovuto porsi nel valutare l'impatto del loro operato. Il prof. Børsen dell'Università di Aalborg, in Danimarca, ha brevemente ricordato alcuni dei "case studies" da lui recentemente affrontati, in un libro, scritto in collaborazione con il prof. J. Schummer, dal titolo "Ethics of Chemistry".

Infine, Ferruccio Trifirò, professore emerito dell'Università di Bologna, ha ricordato la vicenda storica del polo chimico di Marghera, iniziata nel 1953 con l'ingresso nel campo chimico della Edison, che iniziò in tale sede la produzione di cloro-soda e PVC. Vennero in seguito installati nel sito impianti che producevano sostanze chimiche derivanti dal petrolio e tale produzione proseguì fino a pochi anni fa, quando le proteste della popolazione per i problemi ambientali che ne derivavano, portarono alla chiusura delle vecchie produzioni ed alla nascita di un polo di chimica verde, con produzione di biodiesel, derivante da oli vegetali e grassi animali.

Come detto sopra, oltre a queste relazioni, legate al rapporto tra la chimica e l'ambiente che ci circonda e all'evoluzione storica di tale rapporto, il Convegno del GNFSK si è occupato, in molte delle numerose comunicazioni presentate, delle usuali tematiche proprie della ricerca in storia della chimica, dallo studio degli sviluppi della chimica italiana in vari periodi storici, alla riflessione sull'uso della storia nell'insegnamento della disciplina, ad una riflessione epistemologica su alcuni dei suoi nodi concettuali fondanti. Per motivi di spazio non è possibile descrivere dettagliatamente tali contributi, né avrebbe senso riportare un mero elenco di titoli ed autori. Per essi preferiamo rimandare gli interessati al sito del gruppo <https://gnfsc.it/>, in cui sono riportati gli abstract di tutte le relazioni e comunicazioni.

In ogni caso tra alcuni mesi, grazie al supporto costante che al GNFSK è concesso dall'Accademia Nazionale delle Scienze, detta dei XL, tutti i testi dei contributi presentati verranno pubblicati nei *Rendiconti* dell'Accademia stessa.

# Attualità

## È GIUNTO IL MOMENTO DI INVESTIRE SULLA DIDATTICA DELLA CHIMICA?

**Elena Ghibaudi**

*Dipartimento di Chimica*

*Università di Torino*

*e Vice-presidente DD-SCI*

*elena.ghibaudi@unito.it*

*Lo scorso settembre, la Divisione di Didattica della SCI (DD-SCI) e la Conferenza Nazionale dei Corsi di Laurea in Chimica (Con.Chimica) si sono fatte promotrici di una iniziativa mirata a fare il punto sull'esperienza dei corsi di Didattica della chimica attivati all'interno di percorsi curricolari in chimica, in Italia. L'incontro è stato anche l'occasione per confrontarsi sul mutato quadro legislativo relativo alla formazione, iniziale e in servizio, degli insegnanti.*

### **Has the Time Come to Invest in Chemistry Teaching?**

In September 2022, the Division of Chemical Education of the Italian Chemical Society (DD-SCI) and the National Conference of Degree Courses in Chemistry (Con.Chimica) promoted an initiative aimed at reflecting on the experience of the courses in chemical education available to undergraduate and graduate students of scientific disciplines, in Italy. The meeting was also an opportunity to discuss the present legislative framework relating to the initial and in-service training of teachers.

**N**egli ultimi anni, circa 20 sedi universitarie italiane hanno attivato corsi di didattica della chimica che risultano variamente collocati all'interno di percorsi istituzionali di lauree triennali o magistrali in chimica o in didattica delle scienze. Si tratta di un'esperienza del tutto nuova, che ha richiesto la mobilitazione di un ampio numero di docenti, i quali si sono impegnati in prima persona nella costruzione di competenze che esulano da quelle acquisite nel loro stesso percorso di formazione professionale. Questo notevole sforzo didattico è stato reso possibile, in primo luogo, dalla disponibilità dei docenti stessi; ma hanno giocato un ruolo importante sia l'esperienza accumulata in attività pregresse (ad es. i corsi di didattica realizzati per i percorsi PAS e TFA, oltre alle molte iniziative di collaborazione con il mondo scolastico realizzate entro la rete del PLS-Chimica, ormai ben consolidata grazie all'impegno costante del suo coordinatore, il prof. Ugo Cosentino) sia le occasioni formative offerte in questi anni dalla DD-SCI (*in primis*, la scuola di ricerca educativa e didattica chimica "U. Segre").

L'organizzazione del workshop si è poi intrecciata con una contingenza legislativa, ossia l'approvazione della legge 79 del 2022 sulla formazione iniziale e in servizio degli insegnanti della scuola secondaria. La rilevanza di questa riforma, che prevede la creazione di centri di formazione per gli insegnanti presso le sedi universitarie, ha reso urgente la necessità di analizzare il testo e discuterne le implicazioni per il mondo universitario e scolastico.

Per tutte queste ragioni, DD-SCI e Con.Chimica hanno scelto di organizzare un workshop di due giorni, tenutosi in presenza alla Rocca di Bertinoro (FC) dal 2 al 4 settembre 2022 (Fig. 1),



Fig. 1 - Bertinoro, sede del workshop

indirizzato ai titolari dei corsi curriculari di didattica della chimica\* e volto a fare il punto sull'esperienza di tali corsi e sul nuovo quadro legislativo in materia di formazione degli insegnanti.

In effetti, gli obiettivi del workshop erano molteplici: fare rete tra docenti dei corsi di didattica chimica al fine di confrontarsi sui contenuti dei corsi stessi, le modalità didattiche e quelle valutative, i testi di riferimento; discutere alcune problematiche specifiche del processo di insegnamento/apprendimento della chimica; condividere esperienze e buone pratiche; valutare lo stato della ricerca in didattica chimica in Italia, confrontandosi con realtà analoghe in campi affini (matematica e fisica). Infine, come si è detto, aggiornare i docenti in merito al cambiamento in atto nel quadro legislativo sulla formazione iniziale e la formazione in servizio degli insegnanti, azioni che saranno a carico delle Università: una circostanza che impone una riflessione ed il coordinamento tra atenei.

Il workshop si è aperto con un ampio intervento di Carlo Fiorentini (CIDI, Firenze) sul tema "La fondamentale importanza dell'epistemologia, della storia della chimica e della psicologia dell'educazione per rinnovare la didattica della chimica". Fiorentini ha - per così dire - dato le carte del gioco, nel senso che ha evidenziato i principali nodi relativi al rapporto circolare tra docente-allievo-sapere nella disciplina chimica. Particolare rilievo è stato dato alla progettazione didattica, che implica - da parte del docente - una maturazione di consapevolezza sia riguardo agli aspetti epistemologici e disciplinari (ad es., la struttura logica della propria disciplina, le propedeuticità concettuali, ecc.) sia agli aspetti psico-pedagogici (ad es., come rendere lo studente attivo nel processo di concettualizzazione). La riflessione di Fiorentini ha poi sottolineato la necessità di una corretta progettazione delle esperienze laboratoriali che - per rispondere efficacemente ad un bisogno formativo - devono inserirsi entro un percorso logicamente congruo e commisurato al livello scolastico di riferimento. Ciò implica che il docente possieda una visione della disciplina chimica come 'attività di pensiero' sul mondo materiale e non semplicemente come strumento di manipolazione efficace del medesimo.

Nei due giorni successivi si sono susseguiti vari interventi, alternati a momenti di dibattito. Mariano Venanzi (Università di Roma Tor Vergata) per DD-SCI e Maria Carla Aragoni (Università di Cagliari) per Con.Chimica - hanno presentato la recente normativa relativa alla formazione insegnanti, riflettendo sulle sue implicazioni.

Nello specifico, ci riferiamo alla legge 79/2022 [1] espressione della conversione in legge del D.L. 36/2022. Com'è noto, la legge 79 delinea un percorso di almeno 60 CFU per coloro che intendono intraprendere la carriera di insegnante. Tale percorso potrà iniziare già dopo il conseguimento della laurea triennale e in concomitanza con la laurea magistrale. Esso includerà una componente sostanziale di attività di tirocinio nelle scuole, unitamente all'acquisizione di

---

\*Si è scelto di non coinvolgere i titolari dei corsi di Didattica della chimica attivati nell'ambito dei Corsi di Laurea in Scienze della formazione primaria, in quanto tale esperienza è assai più consolidata e presenta problematiche, esigenze e finalità sensibilmente differenti dai corsi di didattica chimica inseriti in percorsi curriculari di Chimica o di Scienze. DD-SCI si propone di organizzare un analogo evento per queste realtà specifiche.

competenze di tipo psico-pedagogico e didattico (sia generale sia disciplinare). L'acquisizione di questi 60 CFU sarà condizione necessaria per accedere al concorso nazionale per l'insegnamento, il cui superamento sarà seguito da un periodo di prova di 1 anno e da un test finale, che - se superato - sancirà la conclusione del percorso e la definitiva conferma in ruolo. L'intero percorso di formazione sarà a carico di *Centri Universitari per l'insegnamento*, che dovrebbero essere attivati nelle diverse sedi universitarie (eventualmente consorziate) e sarà coordinato da tre *Teaching and Learning Center* per l'area settentrionale, centrale e meridionale del territorio italiano, rispettivamente. A completamento di questo quadro, va infine sottolineato che i decreti attuativi della legge - attesi per fine luglio - sono ancora mancanti e che il 26 agosto scorso il Ministero dell'Istruzione ha varato il Decreto 226 che delibera sulle modalità di svolgimento del test finale del percorso formativo.

Non potendo entrare nel dettaglio dei vari testi legislativi (ai quali rimandiamo il lettore), ci limiteremo a sottolinearne alcuni aspetti critici, che sono stati oggetto di riflessione durante il workshop, anche alla luce delle osservazioni della CRUI. Come si vedrà, alcune di queste riflessioni pertengono ad aspetti legislativi, altre ad aspetti organizzativi e altre ancora ad aspetti specificamente didattici e formativi:

- È evidente la problematicità di un provvedimento (il DM 226) che definisce le modalità del test finale prima che siano stati precisati la struttura e i contenuti del sistema di formazione in ingresso e reclutamento.
- Alla luce delle numerose esperienze transitorie sviluppatesi a partire dal DM 249/2010 (TFA, PAS, FIT, PF24, ecc.) è necessario che al nuovo iter formativo sia garantita *continuità temporale*.
- Questa riforma dovrà essere accompagnata da una *riforma delle classi di concorso* per l'insegnamento.
- La possibilità di seguire il percorso di formazione in *modalità aggiuntiva* rispetto alla laurea magistrale potrebbe ripercuotersi negativamente sul costo standard e sugli indicatori di performance dei CdS, se non sarà ammessa la possibilità di estendere la durata legale dei corsi.
- Questo modello prevede una stretta interazione tra Università e sistema scolastico: è dunque fondamentale che tale *collaborazione sia strutturata e paritetica* e che la responsabilità della formazione sia condivisa. Dovrà dunque essere prevista la *presenza di insegnanti e rappresentanti della scuola secondaria* nell'organizzazione dei Centri universitari per l'insegnamento.
- Occorrerà lavorare in modo coordinato per assicurare *omogeneità rispetto alla qualità della formazione iniziale* fornita dalle strutture *accreditate* su tutto il territorio nazionale.
- È fondamentale che vengano *definiti in modo esplicito e chiaro gli obiettivi* dei percorsi di formazione degli insegnanti per tutte le aree di insegnamento e che vengano esplicitati *i contenuti legati agli obiettivi formativi*.
- È altrettanto fondamentale che - nei meccanismi di riconoscimento dei crediti acquisiti in precedenza - *si distingua nettamente tra corsi disciplinari e corsi di didattica disciplinare*. Solo questi ultimi dovrebbero dare adito a riconoscimenti validi per il percorso formativo.
- Occorre evitare che il percorso formativo si riduca ad una *somma di vari specialismi*. Per scongiurarlo, sarebbe opportuno proporre *esempi* elaborati da gruppi di ricerca-azione che si avvalgono di competenze diversificate e che vedono insegnanti e docenti operare sinergicamente [2].

Nell'impossibilità di dilungarci ulteriormente, rimandiamo il lettore ai materiali e ai testi di legge depositati sulla pagina web del Workshop [3].

I lavori del workshop sono poi proseguiti con la relazione di Ugo Cosentino (Università di Milano-Bicocca) il quale ha presentato gli esiti di un'indagine sui corsi di didattica della chimica esistenti in Italia. L'indagine è stata realizzata mediante un questionario on line e ha fornito un'interessante panoramica sull'esistente. Su 32 sedi universitarie nelle quali sono presenti corsi di Laurea in Chimica, risultano attivati ben 22 corsi di didattica della chimica ripartiti tra i corsi



Fig. 2 - In rosso, sedi universitarie nelle quali sono attivati corsi di Didattica della Chimica in Corsi di laurea in Chimica o affini

di laurea magistrali in chimica e chimica industriale, scienze naturali, scienze ambientali, corso di laurea triennale in chimica e percorsi PF24 (Fig. 2). I corsi sono mediamente di 6 CFU e coprono sia esigenze dell'area della scuola secondaria di secondo grado sia di quella di primo grado.

I programmi degli insegnamenti sono, in larga parte, accomunati da una attenzione ad approcci storico epistemologici e alle metodologie didattiche, ma non mancano contributi di natura psico-pedagogica, analisi critica di testi, attenzione alla didattica informale e al rapporto tra chimica e società o con altri ambiti disciplinari.

Mirko Maracci (CIIM e Università di Pisa) e Francesca Monti (Università di Verona e membro della Comm. Didattica Perm. della SIF) ci hanno permesso di avere una panoramica dello stato della ricerca didattica in due domini disciplinari contigui alla chimica, ossia quello della matematica e della fisica, rispettivamente. A differenza della chimica, entrambe queste discipline esprimono un SSD dedicato alla ricerca didattica, storica ed epistemologica. Pur senza negare i problemi di questi settori, oggi caratterizzati da numeri esigui rispetto ad altre aree di ricerca, Maracci e Monti ci hanno fatto apprezzare il significato di una scelta culturale che riconosce dignità alla ricerca didattica, storica ed epistemologica, come luogo nel quale la disciplina riflette su se stessa, sulle proprie pratiche conoscitive e sul sistema di pensiero che la caratterizza, e dunque definisce la propria identità.

Dopo vari momenti di discussione e di confronto teorico, Eleonora Aquilini (Presidente DD-SCI) ha offerto ai partecipanti un esempio concreto di trasposizione didattica su un momento fondante della chimica: la teoria atomistica di Dalton. A partire dalla premessa della centralità della misura nel passaggio dal 'mondo del pressappoco' al 'mondo della precisione', il percorso consente agli allievi di comprendere il significato dei concetti di peso atomico e di formula molecolare, applicando uno schema logico ipotetico-deduttivo in modo storicamente congruente.

Infine, Elena Ghibaudi (Università di Torino) ha presentato una panoramica della ricerca in didattica della chimica attualmente presente in Italia. La disamina dei dati raccolti dal questionario on line ha infatti messo in evidenza che - malgrado le non piccole difficoltà cui deve far fronte - esiste un significativo sforzo di ricerca in ambito didattico ed epistemologico, per la chimica. Lo dimostrano le tesi di laurea e dottorato realizzate in Italia in questi anni e i progetti di ricerca (alcuni dei quali finanziati dalla UE) portati avanti da alcuni gruppi.

In particolare, i dati raccolti hanno evidenziato che varie sedi universitarie italiane sono attive sia sul piano della formazione docenti che sul piano della ricerca didattica; è possibile - sebbene

non agevole - realizzare progetti di dottorato in didattica all'interno dei dottorati in chimica; tale ricerca si esplica su linee di indagine varie e complementari: rilevamento di concezioni alternative, sviluppo di unità didattiche, riflessione sui fondamenti della chimica, implementazione di strategie didattiche, ecc.

Il contributo più significativo ai fini di questo workshop è stato però quello dei docenti che vi hanno partecipato, i quali sono stati chiamati a presentare e commentare le proprie esperienze didattiche, condividendo successi ed interrogativi. Ne è emerso un quadro variegato e molto ricco, che - ancora una volta - dà la misura del grande impegno profuso da questi docenti nel progettare insegnamenti che, per il panorama italiano, costituiscono una assoluta novità. La condivisione delle loro presentazioni sul sito web DD-SCI vuole essere un primo passo verso il consolidamento di una rete di scambi e di confronti fra docenti, coordinata da DD-SCI, che garantisca la condivisione di contenuti minimi e di obiettivi formativi in un'ottica sempre migliorativa.

I numerosi momenti di discussione, animati - tra gli altri - da Margherita Venturi (Università di Bologna) e Giovanni Villani (CNR-ICCOM, Pisa), hanno riguardato i seguenti temi: collocazione di corsi e programmi, modalità didattiche, modalità d'esame, testi di riferimento, collaborazione con la scuola, progetti e reti di ricerca didattica, oltre a considerazioni più generali sulle esigenze della formazione scientifica, alla luce della legge 79/2020.

### Conclusioni e prospettive

Il dato più confortante emerso da questo workshop è l'esistenza di un dominio sub-disciplinare - quello della didattica, della storia e della epistemologia della chimica - che, sebbene poco visibile e di dimensioni contenute, è vivace e si è fatto carico in questi anni di un significativo impegno formativo e di ricerca.

È grazie alla generosità di questi docenti che, negli anni, è stato possibile realizzare i percorsi TFA, PAS, pre-FIT per le classi di concorso di chimica e di scienze, oltre ad innumerevoli attività di collaborazione con le scuole compiute sotto l'egida del PLS-chimica, che sono andate a beneficio di tutta la comunità chimica.

La promulgazione della legge 79/2022 segna la rinascita di un sistema nazionale strutturato per la formazione iniziale e in servizio degli insegnanti di scuola secondaria. Una volta approvati i decreti attuativi si dovrà definire - sede per sede - la natura e l'entità dello sforzo didattico che la comunità accademica dei chimici è chiamata a sostenere. Spetterà ai chimici decidere se guardare a questo sforzo solo come all'ennesimo gravoso impegno da assolvere o se trasformarlo in un'opportunità per allargare l'orizzonte del proprio campo di azione e di ricerca. C'è infatti da attendersi che, ancora una volta, i docenti in prima linea per soddisfare le richieste ministeriali saranno quelli già impegnati in corsi universitari di didattica chimica. Sarà anche necessario formare nuovi docenti, al fine di rispondere ad esigenze sicuramente più ampie rispetto al passato, garantendo le relative coperture. DD-SCI è disponibile a giocare un ruolo di riferimento e a offrirsi come struttura di supporto per la formazione e il coordinamento di docenti esperti in didattica chimica, a condizione che la comunità accademica sia disponibile a riconoscere, sostenere e valorizzare l'impegno di questi docenti e ricercatori, al pari di quanto fa per gli altri ambiti della ricerca chimica.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Legge 79/2022 (GU Serie Generale n.150 del 29-06-2022) disponibile all'URL: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2022/06/29/22G00091/sg>
- [2] E. Aquilini *Insegnare a insegnare: considerazioni sul ruolo della scuola nella formazione degli insegnanti*, *Insegnare*, 2006, Vol. 10-11, p. 25.
- [3] Materiali Workshop DD-SCI sull'insegnamento della didattica della chimica, Bertinoro 2-4 settembre 2022, disponibili all'URL: <https://www.soc.chim.it/it/didattica/workshop-bertinoro-2022>

# Attualità

## MASSA 2022 E 4<sup>TH</sup> MS WINEDAY

*a cura del comitato scientifico del convegno*

### MASSA 2022 e 4<sup>th</sup> MS-WINEDAY

*Il convegno unisce MASSA 2022, la conferenza istituzionale della DSM a cadenza annuale dedicata alla spettrometria di massa e alle sue applicazioni in diversi campi, e la 4° MS WINEDAY dedicato interamente all'uso, all'applicazione e alla innovazione della spettrometria di massa in enologia e nella produzione della birra. Più di 130 partecipanti, la maggior parte sotto i 35 anni, hanno ascoltato le 9 conferenze plenarie, 4 keynote e 41 comunicazioni orali. I due congressi sono stati supportati da 26 aziende private, dall'Università degli Studi di Catania, dal Dipartimento di Scienze del Farmaco e della Salute-Università di Catania e dalla Regione Sicilia.*



#### MASSA 2022 AND 4<sup>TH</sup> MS WINEDAY

The conference joined together MASSA 2022, the institutional yearly conference devoted to mass spectrometry and its applications in different fields, and the 4th MS WINEDAY specially devoted to use, application and innovation of mass spectrometry in oenology and in brewing. More than 130 participants, most of them under 35 years old, were listening the 9 plenary lectures, 4 keynotes and 41 oral communications. The two congresses were supported by 26 private companies, by University of Catania, Department of Drug and Health Sciences-University of Catania-and Regione Sicilia.

Il convegno ha unito MASSA 2022, l'annuale conferenza dedicata alla spettrometria di massa e alle sue applicazioni in diversi campi, e la 4<sup>a</sup> edizione del MS WINEDAY, focalizzato sull'applicazione e sull'innovazione della spettrometria di massa in enologia e nella produzione della birra. I convegni hanno visto la partecipazione di oltre 130 iscritti, con una forte maggioranza di giovani con età inferiore ai 35 anni, la cui partecipazione è stata favorita dalle basse quote di iscrizione ad essi riservate e da 17 borse di studio, messe a disposizione dalla Divisione di Spettrometria di Massa.



## Attualità

Nei due convegni sono state presentate 9 plenary lectures, 5 keynote e ben 41 comunicazioni orali e 23 presentazioni poster. Gli eventi hanno avuto il supporto di 26 aziende, dell'università di Catania della Regione Sicilia oltre al patrocinio di diversi enti.

I lavori dei congressi di [MASSA 2022 - 4° MS WINEDAY](#) si sono svolti in presso l'Agriturismo Badiula nello splendido entroterra siciliano.

Nelle prime due giornate (20-22 giugno) dedicate ai lavori di MASSA 2022 si sono svolte sessioni tematiche sulle applicazioni della spettrometria di massa per lo studio ed il controllo dei



materiali polimerici, per lo studio di sostanze naturali, nelle *life science* e per validazione, qualità del dato e miscellanea, tutti ambiti di grande importanza e sviluppo in cui la spettrometria di massa gioca un ruolo fondamentale.

Negli ultimi due giorni (22-24 giugno), si è svolto il 4° MS WINEDAY che è stato incentrato sulle applicazioni della spettrometria di massa allo studio del vino, e della birra. Negli ultimi trent'anni l'enologia siciliana è stata

intensamente rivista e ristrutturata, dando così luce alle sue dinamiche capacità imprenditoriali sia con figure professionali (Enologi e Agronomi) sia con figure manageriali qualificate, che hanno apportato radicali cambiamenti e miglioramenti in questo campo.

La Sicilia enologica ha saputo, sin dagli inizi degli anni Novanta competere con vini, prodotti da altri Stati europei e mondiali, proprio in virtù di questo totale processo migliorativo: con una produzione che raggiunge il traguardo di 100 milioni di bottiglie si fa apprezzare nel mondo (Germania, negli Usa, in Canada, in Svizzera e nei Paesi scandinavi, in particolar modo). Il trend del valore delle vendite del vino è molto positivo, e dall'analisi Unicredit condivisa è emerso per i vini del Consorzio Doc Sicilia un elevato potenziale di crescita, come testimoniato dagli innumerevoli premi assegnati nei tanti concorsi enologici organizzati a livello nazionale ed internazionale: ventisei vini siciliani sono stati premiati con il "Tre Bicchieri" dal Gambero Rosso 2020.

In questo contesto, le conoscenze della composizione molecolare delle uve e dei vini è essenziale e diversi approcci sono disponibili per il loro raggiungimento. Le tecniche di spettrometria di massa avanzate, oggetto del convegno biennale, che per la prima volta è stato tenuto in Sicilia, permettono, infatti, sostanziali avanzamenti nella caratterizzazione chimica e biochimica dei



costituenti (l'identificazione, la caratterizzazione strutturale e quantitativa delle uve e dei vini, come gli aromi, le sostanze volatili, i polifenoli e gli antiossidanti, peptidi e proteine, pesticidi, xenobiotici e nutraceutici, ecc.) sia delle materie prime del prodotto finale così da supportare i tecnici nelle scelte dei processi produttivi più rispondenti alla moderna enologia e nel controllo di qualità.

I temi principali sono stati: monitoraggio e telerilevamento della



qualità dell’uva del vigneto, processi enologici, proteomica e metabolomica dell’uva e del vino, composti volatili e aromatici dell’uva, del vino, dei distillati, della birra e delle sue proprietà sensoriali e biologiche.

Un tema distinto, che ha caratterizzato questa edizione del 4° MS WINEDAY, è stato “La birra e le sue proprietà sensoriali e biologiche”. Il settore della birra artigianale siciliana, ed in genere

italiano, è fiorito negli ultimi anni, producendo birre di alta qualità, infusa con aromi e sapori tradizionali dell’isola come cioccolato e fico d’India.

La conferenza ha offerto l’opportunità di incontrare e discutere lo stato dell’arte, la strumentazione, la metodologia, l’innovazione e le applicazioni della spettrometria di massa in diversi campi. Inoltre, la conferenza è stata una buona opportunità per collegare le esigenze industriali con le conoscenze accademiche e per promuovere il networking, la discussione e la cooperazione tra scienziati provenienti da istituzioni pubbliche e private, università, industrie, istituti di controllo e di ricerca.

# Chimica & Energia

## L'ENERGIA DI DOMANI: PROSEGUE LA CORSA DELL'IDROGENO

**Carlo Giavarini**

Esperto del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (LLPP)  
per il gas naturale e gli idrocarburi

*L'idrogeno, combustibile perfetto per il futuro energetico, gioca un ruolo fondamentale e potrebbe rappresentare fino al 24 % del consumo finale di energia nel 2050. La nuova strategia dell'Unione Europea incentiva l'installazione, entro il 2024, di almeno 6 GW di idrogeno elettrolitico rinnovabile. Ora anche l'Italia si è mossa, con la firma dei progetti bandiera del Pnrr con le Regioni, per la realizzazione di siti di produzione di idrogeno verde. È facilmente dimostrabile che è più facile aumentare la produzione di idrogeno blu (da metano), piuttosto che fornire a breve idrogeno verde, il cui scale-up presenta ancora problemi. La fase più critica è la produzione di una sufficiente quantità di energia da fonti rinnovabili, come sole e vento. Risultano avvantaggiate le regioni con elevata insolazione e molto ventose. Lo scopo dell'European Hydrogen Backbone (EHB) è di programmare e costruire una rete di gasdotti per l'idrogeno, in parte basati su una riproposizione della rete esistente del gas naturale, già in questo decennio.*

### Energy for Tomorrow: the Hydrogen Development Continues

Hydrogen is a perfect fuel for our future and will cover in 2050 up to 24% of the world's energy demand. The new strategy from the European Union encourages the installation of electrolytic (*green*) hydrogen production. Italy is finally involved and has signed an agreement to start *green* H<sub>2</sub> production in various Italian regions. It is now easier to produce *blue* hydrogen (from methane) than *green* H<sub>2</sub> from renewable energies, whose scale-up is still in progress but is not without any problem. The most critical phase is the availability of a sufficient amount of renewable energy, such as solar and wind; therefore, the most popular are countries rich in sun and wind. The European Hydrogen Backbone, founded by 23 EU gas companies is creating the EU hydrogen pipeline network, partly based on reshaping the EU natural gas network.

In un precedente articolo [1] si erano riassunte le caratteristiche e le potenzialità dell'idrogeno, anche in relazione alla sicurezza e ai metodi di produzione e trasporto. L'idrogeno, come detto, è stato caratterizzato con vari colori: oggi ci interessano soprattutto il colore *verde* (idrogeno elettrolitico, basato su energia solare o eolica) e quello *blu* (idrogeno da gas naturale, ma senza emissione di CO<sub>2</sub>). Attualmente il 95-96% della globale produzione è però rappresentato da idrogeno *grigio* (da metano, con concomitante emissione di CO<sub>2</sub>), o addirittura *brown* (da carbone). Sono però attivi circa 930 progetti per H<sub>2</sub> verde nel mondo, di cui ben 435 in Europa [2].

Un corposo report del 2000 (*Advances in Hydrogen Energy*) [3] già proponeva l'idrogeno come combustibile perfetto per il futuro sistema energetico. Negli ultimi anni sono state attivate varie iniziative in molti Paesi, tali da confermare questo elemento come protagonista della transizione energetica. C'è interesse anche per il trasporto, creando gasdotti con idrogeno compresso. La

nuova strategia dell'Unione Europea incentiva l'installazione, entro il 2024, di almeno 6 GW di idrogeno elettrolitico rinnovabile, con l'intento di arrivare a 10 milioni di tonnellate nel 2030. In tal senso si muove anche il Giappone. Se questo trend continua, è previsto che si arrivi nel 2050 a coprire il 24% del fabbisogno globale di energia [4]; ciò concorda anche con le stime dell'agenzia internazionale IRENA [5]. Un libro sull'impiego dell'idrogeno è comparso anche in Italia [6].

Ora anche l'Italia si è mossa, con la firma (8 giugno 2022) dei progetti bandiera del Pnrr con le Regioni, per la realizzazione di siti di produzione di idrogeno verde in aree industriali dismesse. Il Ministro della Transizione Ecologica Roberto Cingolani ha parlato addirittura di una *Hydrogen Valley* italiana, dove saranno costruiti distretti per l'idrogeno verde. Il primo passo sarà la identificazione di zone industriali dismesse in cui costruire i distretti per l'idrogeno, che dovranno "produrre meno di 3 tonnellate di CO<sub>2</sub> per tonnellata di gas e arrivare a fornire nel 2026 tra 1 e 5 megawatt di potenza totale". Nel frattempo Eni ha inaugurato a S. Giuliano di Mestre (VE) una stazione di servizio per il rifornimento di idrogeno ai privati; è munita di due distributori capaci di fornire oltre 100 kg/giorno di idrogeno (Fig. 1). Questa segue l'iniziativa



Fig. 1 - La prima stazione ENI di rifornimento dell'idrogeno a Mestre

della Provincia Autonoma di Bolzano, con una stazione di rifornimento H<sub>2</sub>, inaugurata con lungimiranza nel "lontano" 2014 al servizio di autobus e *suvs* della Provincia stessa. Negli USA esistono, al momento, meno di 60 stazioni pubbliche per il rifornimento di idrogeno, poche rispetto alle circa cento della Germania. Nel presente articolo intendiamo presentare gli ultimi sviluppi e tendenze.

### Il ruolo storico dell'industria della raffinazione

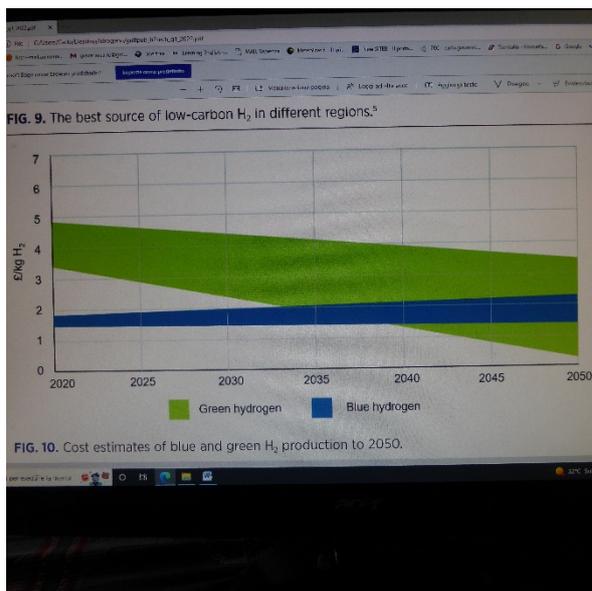
L'impiego dell'idrogeno è stato tradizionalmente appannaggio di settori industriali quali la raffinazione e la petrolchimica. L'industria della raffinazione rappresenta ancora, nonostante il suo ridimensionamento, il maggior mercato per l'idrogeno (circa il 30-35% della domanda globale, nel 2020). L'idro-desolforazione e l'idrocracking sono i maggiori processi, con un consumo superiore al 90% del settore raffinazione. Oggi, più del 65% della domanda per la raffinazione viene soddisfatta dall'idrogeno fornito come sottoprodotto dei *reforming* catalitici e degli impianti di etilene. L'idrogeno mancante (circa il 30%) viene appositamente prodotto da impianti di *steam-reforming* del metano (idrogeno *grigio*) che, come noto, producono una miscela di H<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. Ammoniaca e polimeri sono altri grandi utilizzatori dell'idrogeno. Le fonti di idrogeno sono soprattutto il gas naturale (48%), seguito da petrolio (30%) e da carbone (18%). Anche in questi settori però, le più recenti iniziative tendono a produrre H<sub>2</sub> (non più *grigio*) in modo *low-carbon* e ad espanderne l'uso verso altre industrie per la generazione di energia.

### Evoluzione della produzione di idrogeno blu

La produzione, accessibile e su larga scala, di idrogeno *blu* (inclusa cattura e utilizzo della CO<sub>2</sub>) è necessaria per coprire la *gap* fino a che la produzione di idrogeno *verde* da fonti rinnovabili diventi una diffusa realtà industriale. Va ricordato che, al momento, il sequestro della CO<sub>2</sub> offre

ancora non pochi problemi, spesso sottovalutati dagli addetti ai lavori e che in ogni caso la produzione di H<sub>2</sub> *blu* non è completamente esente da emissioni di CO<sub>2</sub>. Secondo la International Energy Agency (*The future of Hydrogen*, June 2019) il costo di produzione dell'idrogeno *grigio* era nel 2019 pari a €/kg 1,5, mentre il *blu* e il *verde* costavano rispettivamente €/kg 2,0 e 5,5; ciò sulla base di un costo del gas e dell'elettricità di €/MWh 22 e 35-87, rispettivamente. Questi costi sono ora cambiati, causa la crisi Ucraina, ma restano indicativi. Per dare un'idea della dimensione del problema, se si volesse produrre per via elettrolitica tutto l'idrogeno oggi necessario, servirebbe una quantità di elettricità superiore al consumo attuale della Comunità Europea. È quindi difficile che si possa, nel breve e medio termine, disporre di tanta energia da fonti rinnovabili.

È realisticamente ipotizzabile che è più facile aumentare la produzione di idrogeno *blu*, piuttosto che fornire a breve idrogeno *verde*. La stessa Comunità Europea ha stabilito che «sono



necessarie altre forme di idrogeno *low carbon* (come quello *blu*) per ridurre rapidamente le emissioni e per supportare il parallelo sviluppo dell'idrogeno *verde* (Eu.Commission "A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe", 7 luglio 2020)». Con gli alti costi della CO<sub>2</sub> (*carbon tax*, 25-35 \$/t), l'idrogeno *blu* diventa competitivo rispetto al *grigio*, pur con i maggiori costi di investimento. L'idrogeno *verde* costerà almeno il doppio del *blu*, fino al 2030 (Fig. 2), raggiungendo la parità verso il 2045 (*EU Zemission technology and innovative platform "Commercial scale feasibility of clean hydrogen"*, 25 aprile 2017, online).

Fig. 2 - Stima dei costi per la produzione di idrogeno *blue* e *verde*, fino al 2050

Le opzioni per la produzione dell'idrogeno *blu* si basano soprattutto sullo *steam methane reforming* (SMR), che rappresenta la tecnologia più diffusa, con il sequestro successivo della CO<sub>2</sub> per convertire la produzione da *grigia* a *blu*. Il *reforming* autotermico (ATR) impiega ossigeno e vapore su un reattore catalitico; può essere combinato con una tecnologia di cattura pre-combustione del carbonio. La tecnologia POx (*Partial Oxydation Gasification*) è altresì basata sull'ossigeno, ma non è catalitica e non impiega vapore. Queste ultime due tecnologie sembrano offrire vantaggi rispetto a SMR.

### Le sfide per produzione e distribuzione dell'idrogeno verde

Per poter realizzare estesamente la produzione dell'idrogeno verde, occorre in tempi brevi sviluppare e incrementare dimensionalmente (*scale-up*) la tecnologia elettrolitica. Le sfide che si incontrano sono diverse da quelle della produzione da gas. La Fig. 3 mostra un tipico schema blocchi per la produzione di idrogeno, sia gassoso che liquido. La fase più critica è la produzione di una sufficiente quantità di energia da fonti rinnovabili, come sole e vento; inoltre, la fornitura dell'energia deve essere il più possibile costante. L'acqua necessaria deve essere completamente demineralizzata in un'apposita unità; la salamoia che ne risulta va trattata. Orientativamente, servono oltre 20 m<sup>3</sup> di acqua per produrre un m<sup>3</sup> di idrogeno; circa la metà viene scaricata dopo il trattamento. L'elettrolizzatore produce, oltre ad idrogeno, anche

ossigeno; per grandi produzioni, questo gas estremamente reattivo non può essere scaricato direttamente in atmosfera e se ne deve trovare un impiego.

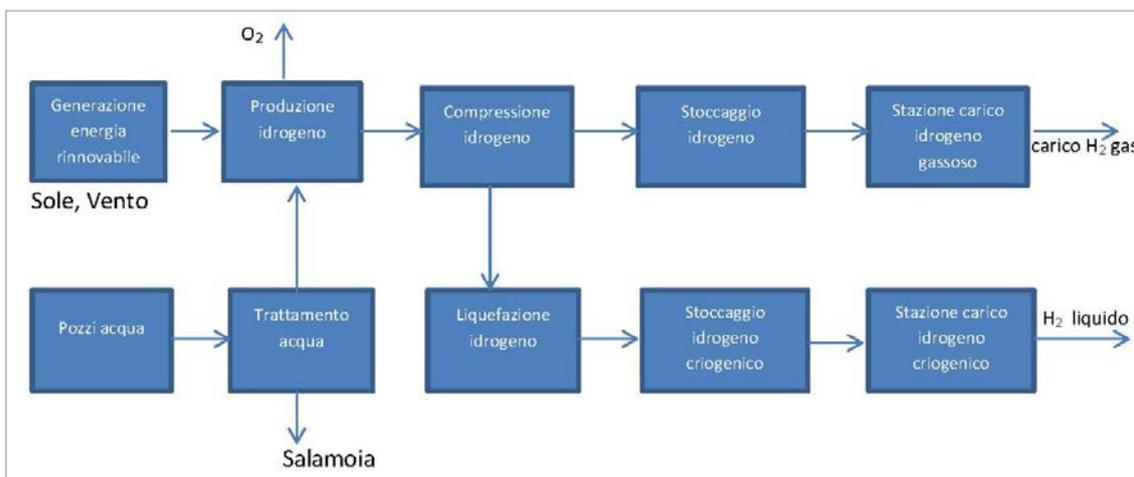


Fig. 3 - Schema blocchi per la produzione integrata di idrogeno verde, gassoso e liquido

L'idrogeno viene compresso e trattato per eliminare le impurezze (soprattutto vapore d'acqua e ossigeno). La scelta della tecnologia di elettrolizzazione dipende da vari fattori, tecnici, economici e funzionali. Se consideriamo due noti tipi di elettrolizzatori, alcalino e a membrana polimerica, il primo è avvantaggiato dai costi, dalla diffusione e dal lungo uso; il secondo può operare fino a 70 bar e ha una più veloce risposta dinamica, cosa che permette di affrontare meglio l'intermittenza della generazione di energia rinnovabile. Le più usate energie rinnovabili, sole e vento, sono intermittenti e fluttuano (quantitativamente e qualitativamente), sia giornalmente che su base stagionale. È quindi necessaria un'affidabile fonte di energia di backup, oltre a batterie di stoccaggio, per tamponare temporaneamente le deficienze energetiche. Da notare che le regioni più adatte per la cattura dell'energia (esempio zone equatoriali e desertiche) non sempre hanno la disponibilità dell'acqua necessaria per l'elettrolisi.

### Lo scale-up degli impianti e dei servizi per l'idrogeno

Esistono varie iniziative per la produzione di idrogeno *green*, per il momento a livello pilota o comunque medio-piccolo. Air Liquide ha inaugurato presso Las Vegas (Nevada) il suo maggiore sito per la produzione e la logistica dell'idrogeno, con un investimento di 250 MM \$. Produrrà 30 t/giorno di H<sub>2</sub> liquido destinato alla mobilità. Si dichiara che l'impianto sarà alimentato da energie rinnovabili (in Nevada il sole non manca) ma può altresì usare gas naturale rinnovabile; questa affermazione lascia comunque qualche perplessità sul fatto che questo idrogeno sia completamente *verde*. L'impianto cileno Harv Oni produrrà, già a partire dal 2022, *e-fuel* passando attraverso il ciclo idrogeno *verde*-metanolo, utilizzando soprattutto energia eolica ed elettrolizzatori con membrane a scambio protonico. Un progetto anglo-australiano [7] è partito (fase 1) con una produzione di 25 t/giorno, con stoccaggio ad alta pressione (370 bar); produce effettivamente idrogeno *verde* con energia eolica e solare, abbondanti nell'Australia occidentale. Il progetto include una *roadmap* per lo *scale-up* fino a una capacità di 300 t/giorno. La fase 1 è servita ad affrontare le numerose sfide create da questo tipo di produzione, stoccaggio e distribuzione. Gli autobus richiedono idrogeno alla pressione di 350 bar, mentre per le auto servono ben 700 bar. È comunque più economico stoccare idrogeno gas piuttosto che liquido: la compressione impiega circa un terzo dell'energia necessaria per la liquefazione. Tuttavia lo stoccaggio su larga scala dell'idrogeno gassoso è più problematico in termini di dimensioni volumetriche e di pressioni necessarie. La produzione di H<sub>2</sub> liquido è una opzione per



la futura espansione e per l'exportazione. Attualmente il gas è tipicamente stoccato in serbatoi compositi, che però hanno dimensioni limitate, pur se superiori a quelle di Fig. 4.

Fig. 4 - Una cartuccia per lo stoccaggio portatile dell'idrogeno

La richiesta di altissima purezza dell'idrogeno liquido e le alte pressioni condizionano la scelta dei compressori: no ai compressori centrifughi e lubrificati, si ai motori elettrici.

Nel già citato articolo su *La Chimica e l'Industria* [1] erano stati evidenziati i rischi connessi alla distribuzione e uso dell'idrogeno, gas estremamente infiammabile; aggiungiamo che la fiamma è inizialmente quasi invisibile di giorno e perciò eventuali perdite non sono subito rivelabili e possono portare ad esplosioni. L'idrogeno liquido presenta un rischio addizionale dovuto alle basse temperature di stoccaggio. Non va sottovalutato anche l'ossigeno, sottoprodotto dell'elettrolisi, gas fortemente comburente; negli attuali impianti sperimentali e/o di piccole dimensioni, esso viene immesso nell'atmosfera. Ciò non si può fare nei futuri grandi impianti, dato che alte concentrazioni di ossigeno nell'aria favoriscono le combustioni.

In conclusione possiamo dire che il costo per la produzione dell'idrogeno varia in modo significativo nelle varie regioni del globo, soprattutto in dipendenza dalla disponibilità di energie rinnovabili. Risultano avvantaggiate le regioni con elevata insolazione e molto ventose, possibilmente già dotate di strutture logistiche e industriali. L'Australia, soprattutto la zona costiera occidentale che unisce lunghi periodi di insolazione e costanza di venti, ha il potenziale per produzioni a grande scala. Favoriti logisticamente anche paesi come il Cile, la Cina e la penisola arabica.

### La rete europea dell'idrogeno

A partire dal 2020, è stato creato un *European Hydrogen Backbone* (EHB) che comprende, al momento, 23 aziende attive nel campo delle infrastrutture del gas ed è esteso su 21 Paesi (19 EU più Svizzera e UK) [8]. Lo scopo è di studiare e programmare una rete di gasdotti per l'idrogeno (Fig. 5), in parte basati su una riproposizione della rete esistente del gas naturale.



Fig. 5 - La pipeline per l'idrogeno

È stata predisposta una mappa sia per il 2030, che per il 2035 e il 2040, inclusi i punti di stoccaggio. La rete di 11.600 km prevista per il 2030, dovrebbe diventare di 39.700 km nel 2040 (di cui il 31% nuove linee di H<sub>2</sub> e 69% riproposizioni di infrastrutture esistenti). Il gas naturale resterà importante per assicurare la sicurezza delle forniture nei decenni '2020 e '2030; entro il

2030, comunque, si svilupperanno reti separate per l'idrogeno, soprattutto consistenti nella riproposizione di esistenti reti del gas naturale. Oltre all'estensione, lo studio prevede anche i diametri delle tubazioni nelle varie zone e i costi di investimento. Nuove linee di idrogeno-dotti verranno estese nell'Europa Centrale, dell'Est e del Sud per decarbonizzare tutto il sistema energetico europeo. Tale trasporto di energia può essere previsto con costi competitivi.

L'EHB analizza anche lo sviluppo degli elettrolizzatori sulla base delle energie verdi potenzialmente disponibili nelle varie regioni prevedendo corridoi che connettono le regioni con abbondanza di energie rinnovabili: vento (soprattutto *off-shore*) per il Nord Europa e sole per le regioni del Sud e per l'Africa. L'idrogeno può anche essere trasportato con altri mezzi e vettori, ad esempio sotto forma di ammoniaca [9], oppure per adsorbimento su nano-materiali, o trasformazione in altri composti chimici, come ad esempio metil-cicloesano [1]; non rientra comunque nello scopo di questo articolo la trattazione di tali sistemi, estranei al momento alla rete europea dell'idrogeno.

### Conclusioni

Il consumo globale di energia è previsto aumentare del 50% nelle prossime tre decadi [10]. La possibilità di conciliare questa domanda con l'integrazione dei cambi climatici richiede uno spettro di fonti energetiche che includa sia gli idrocarburi (soprattutto il gas) che le energie rinnovabili. La coesistenza e non la competizione sarà vitale per condurre con successo la transizione energetica. L'idrogeno gioca un ruolo fondamentale e potrebbe rappresentare, secondo l'Agenzia Internazionale delle Energie Rinnovabili, il 25% del consumo finale di energia nel 2050; altre stime arrivano al 24%. Per l'utilizzo esteso nell'autotrazione si dovrebbe risolvere il cosiddetto problema dell'uovo e della gallina [11]: da una parte i costruttori di veicoli vorrebbero essere sicuri circa la disponibilità di sufficienti stazioni di servizio; dall'altra chi investe in strutture di servizio vorrebbe sicurezza circa la diffusione dei veicoli alimentati da idrogeno. Da non sottovalutare il problema della sicurezza, recentemente analizzato anche da uno studio di H2-Tech [12].

### BIBLIOGRAFIA

- [1] C. Giavarini, *La Chimica e l'Industria*, 2021, **V**(3), 60.
- [2] C.E.G. Padrò, F. Lau, *Advances in Hydrogen Energy*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2000.
- [3] H2-Tech.com, Q 1, 2022, pag. 46.
- [4] S. Kwan, "To prepare for a greener tomorrow, reexamine energy today", H2-Tech.com, Q 4, 2021 pag. 22-23.
- [5] IRENA, Int. Renewable Energy Agency, "Global H<sub>2</sub> trade to meet 1,5 °C climate trade outlook for 2050 and way forward".
- [6] A. Abbotto, *Tutti i colori dell'energia*, Ed. Dedalo, 2021.
- [7] C. Biliyok *et al.*, "The challenges of delivering a large-scale green H<sub>2</sub> project", H2-Tech, Q1, 2022, pag. 37-40.
- [8] A. Wang, K. Leun *et al.*, "European Hydrogen Backbone: how a dedicated H<sub>2</sub> infrastructure can be created", *Gas for Climate*, July 2022.
- [9] C. Giavarini, *La Chimica e l'Industria Newsletter*, 2022, **4**, 9,
- [10] S. Diezinger, "Clean H<sub>2</sub> and e-fuels: important pillars of the energy transition", H2-Tech, Q 1, 2022 pag. 33.
- [11] J. Li, A. Ku, J. McRobie, "Cracking the chicken-and-egg problem of large scale hydrogen refueling networks", H2 Tech.com, Q 1, 2022, pag. 29-31.
- [12] M. Moosemiller, K. Thomas, "H<sub>2</sub> fuel risk assesment and differing views of ignitability", H2-Tech News, 14 August 2022.

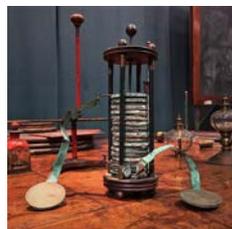
## AMBIENTE

a cura di Luigi Campanella



Il commercio internazionale è uno scambio di capitale, merce o servizi che si effettua attraverso i confini internazionali. Nella maggior parte dei Paesi, questo tipo di commercio rappresenta una quota significativa del PIL. Il bilancio import/export viene utilizzato in molti settori e filiere, soprattutto industriali, per valutare vivacità e creatività imprenditoriale e di Stato. Di recente sono entrati in questo bilancio anche i rifiuti: importarli può significare capacità tecnologiche, produzione nazionale limitata, recupero di energia a costi bassi; esportarli, al contrario, carenza di infrastrutture, un sistema di gestione dei rifiuti inadeguato, urgenze ambientali. Da questi punti di vista è esemplificativo quanto avvenuto in Europa negli ultimi vent'anni: nel 2004 import ed export erano pressappoco uguali, oggi l'export di rifiuti in Europa è 1,7 volte maggiore dell'import, precisamente 33 milioni di t contro 19. Il Paese che accoglie maggiormente i nostri rifiuti è la Turchia con 15 milioni di t poco meno del 50% del totale esportato. Negli ultimi anni è cresciuto molto il Pakistan che, dal 2003, è passato da 100 mila tonnellate a 1,3 milioni. Molti di questi Paesi importatori hanno negli ultimi tempi aumentato le loro quote per la necessità di sopperire all'assenza della Cina che, dai 10 milioni del 2009, è scesa a 0,4 di oggi. Se guardiamo ai materiali sono i ferrosi quelli che l'Europa esporta maggiormente, 20 milioni di t di cui 70% importati dalla Turchia.

La pila elettrica, come descritta dal suo inventore Alessandro Volta, è costituita da dischi di argento, zinco e rame con l'interposizione di bollette di cartone, pelle o feltro inzuppate di soluzione salina. A



distanza di due secoli possiamo dire che il modello è più o meno sempre quello, anche se la chimica degli elementi con le sue scoperte ha introdotto innovazioni il cui risultato più importante è il valore della densità di potenza raggiunto pari a 450 Wh/litro (rispetto a 12 anni prima 8 volte maggiore), ma esistono modelli che arrivano a 1.200 e che possiedono anche la possibilità di impilare unità in strutture integrate, le cosiddette batterie strutturali, capaci di impartire ad un veicolo una velocità fino a 300 km/h. Gli studi che puntano a innovazioni migliorative ulteriori si indirizzano in direzioni diverse:

- natura del catodo e dell'anodo: scelta con criteri di costo, disponibilità, riciclabilità, emissioni sull'intero ciclo di vita (in dettaglio vedi più sotto);
- ottimizzazione del materiale che integra le batterie nell'accumulatore;
- controllo della temperatura per garantire l'efficienza della batterie;
- riduzione delle dimensioni con l'adozione di un elettrolita solido al posto di quello liquido;
- abbattimento dei costi ricorrendo a materiali elettrodici virtuosi e sostenibili sull'intero ciclo di vita, quindi riduzione della percentuale di cobalto fino ad azzerarla, diversificazione delle fonti per il litio ricorrendo a progetti geoestrattivi che utilizzano energia geotermica in zone che ne sono fornite, nichel ottenuto sotto forma di solfato mediante un processo biometallurgico ad emissione complessiva zero di CO<sub>2</sub> che sfrutta la capacità ossidante del batterio *Tiobacillus Ferrooxidans*.

È stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 22 giugno 2022 il decreto 23 maggio



2022, n. 71, del Ministero della Salute concernente il “Regolamento recante la definizione di modelli e standard per lo sviluppo dell’assistenza territoriale nel Servizio Sanitario Nazionale”. Il Regolamento è entrato in vigore il 7 luglio 2022 dopo un iter particolarmente travagliato. Ancillare e punto centrale per lo sviluppo della Missione 6 - Salute - del PNRR, il DM è stato in questi mesi oggetto di confronto tra il potere centrale governativo e il livello territoriale rappresentato dalle Regioni. Il DM 71 inserisce nel Dipartimento di Prevenzione attività che vengono svolte da Chimici e da Fisici, senza però prevedere l’inserimento in organico degli stessi in modo chiaro ed esplicito. Tra queste attività troviamo la tutela della salute e della sicurezza degli ambienti aperti e confinati, la sorveglianza, la prevenzione e la tutela della salute, la sicurezza alimentare, il supporto merceologico. La legge del 2018 che disciplina le professioni di Chimico e di Fisico prevede l’aggiornamento delle competenze, ma il MIUR non ha ancora avviato le procedure per consentirlo. Si aggiunge il nodo delle Scuole di Specializzazione: i Chimici hanno visto chiudere la propria in Chimica Analitica, ad oggi, non sostituita, non consentendo così da parte dei chimici l’acquisizione del titolo di specializzato che è invece richiesto dai bandi. L’insieme di queste situazioni ha portato al progressivo depauperamento di figure specialistiche come i Chimici nel Servizio Sanitario Nazionale.



Delle carenze energetiche si parla sempre ed ovunque, ma credo che, oltre alla dipendenza dal gas russo, sarebbe opportuno riflettere ed intervenire su un’altra carenza. Mi

riferisco a quegli elementi così fondamentali per molte produzioni tanto da condizionarle in misura determinante e che invece sono nelle mani di Paesi con i quali i rapporti commerciali, possiamo dire eufemisticamente, non marcano a gonfie vele per differenze culturali, sociali, politiche, strategiche. Quanto penso ha trovato una documentazione illustrativa e quantificata a supporto in uno studio del Cep, Centro per. le Politiche Europee, con un’emanazione italiana, dal titolo “La posizione europea sulle materie prime del futuro”. Nello studio vengono considerate le sostanze definite strategiche dal Piano di Azione Europeo 2020, tutte indispensabili per la realizzazione di parchi eolici e fotovoltaici, per intelligenze artificiali, per sistemi di automazione, per la mobilità elettrica. Parliamo di gallio, grafite, germanio, indio, cobalto, litio, scandio, titanio, vanadio, terre rare, i cui giacimenti si trovano fuori del territorio europeo. Per alcuni di essi sono previste nel veramente prossimo futuro richieste esplosive, con certezza sin d’ora di carenze. Mi riferisco a platino, vanadio, litio, scandio, cobalto. Troviamo così chi sono i ricchi di questi preziosi elementi: Congo per il cobalto, Sudafrica per platino ed elementi del suo gruppo, Cina per molti degli elementi suddetti, con quote di mercato oltre il 70% per gallio, grafite, litio. Come difendersi da questa situazione? Le strade sono tre: quella delle poche estrazioni possibili, Francia ad esempio per l’indio e Germania per il litio; quella dei partenariati, per esempio sono due quelli in atto con Canada ed Ucraina ed altri sono in preparazione con Giappone, Serbia, Norvegia, Stati Uniti; infine, c’è la strada del riciclo, l’*urban mining*: dai nostri dispositivi elettronici a fine vita per obsolescenza o malfunzionamento si possono recuperare molti degli elementi prima indicati. Ad esempio si valuta in 13 mila t la quantità di litio ed in 24 mila t quella di cobalto recuperabili dalle batterie europee smaltite.

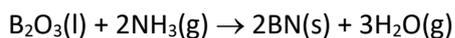
# Rivisitando

## ALCUNI ESEMPI DI LEGAME PERFORMANTE BORO E AZOTO

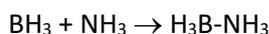
**Paolo Zanirato**

paolo.zanirato@unibo.it

Il legame chimico che si forma tra un atomo di boro ed uno di azoto N-B è isoelettronico (3+5 elettroni di valenza) con quello formato tra due atomi di carbonio C-C (4+4 elettroni di valenza) e quindi hanno in comune alcune caratteristiche, tuttavia la differenza di elettronegatività (Pauling) tra i due elementi (B=2,04 e N=3,04) genera differenti reattività, e forza di legame - influenzata da eventuali gruppi sostituenti - con formazione di una maggiore varietà di molecole per il legame N-B [1], la più semplice è il nitruro di boro che si ottiene a 1200 °C in forma grafitica (h-BN o a-BN) [2]:



Per reazione di ammine (base) con derivati del boro trivalente (acido di Lewis) si ottengono composti con legami acido-base, gli amminoborani:



la cui lunghezza di legame (1.658 Å) e forza (31 kcal/mol) si differenzia da quello dell'etano H<sub>3</sub>C-CH<sub>3</sub> (1.533 Å, 89 kcal/mol) [3].

Esistono, inoltre, gli imminoborani analoghi agli alcheni e le borazine (borazolo), analoghe al benzene, le cui strutture differiscono per la diversa polarizzazione del legame B-N rispetto al legame C-C [3]. La chimica organica - come tutte le scienze - è caratterizzata da intensa e continua evoluzione specialmente nel campo della sintesi di nuove molecole. Dal 1960 ad oggi sono stati pubblicati oltre 30 mila lavori relativi a derivati contenenti il legame tra boro e azoto, ma lo studio della natura di questo ha ricevuto scarsa attenzione.

In questa nota sono riportati alcuni esempi sperimentali e studi teorici della formazione chimica del legame N-B via addizione di un atomo di azoto donatore ad un derivato del boro (acido di Lewis) e della peculiare reattività dell'azido gruppo con derivati del boro quale fonte di arilnitreni e/o arilnitrenio, intermedi di grande interesse sintetico [4a], meccanicistico [4b] e biologico) [4c]. La reazione di sei derivati *p*-arilazobenzenici (-H, -Me, -CF<sub>3</sub>, -Br, -F e -OMe) e BF<sub>3</sub>OEt<sub>2</sub> ha luogo con formazione di nuovi cromofori che mostrano significanti spostamenti ipercromici (log $\epsilon$  4,10-4,60) e batocromici ( $\lambda_{\text{max}}$  416-473) nello spettro elettronico e shift negli spettri di risonanza magnetica <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C NMR [5].

L'impiego del BF<sub>3</sub>•OEt<sub>2</sub>, in sostituzione del BF<sub>3</sub> gas, è dovuto alla maggior precisione nel dosare la quantità molare esatta di reagente con il derivato (*E*)-arilazobenzene - previamente cristallizzato e purificato su colonna cromatografica. Gli spettri UV-vis dei coloranti iniziali (1-6) sono stati registrati nell'intervallo 230-700 nm e sono riportati in Tab. 1 unitamente ai valori di  $\lambda_{\text{max}}$  per la transizioni a più bassa energia  $\pi \rightarrow \pi^*$  e  $n \rightarrow \pi^*$  del cromoforo azobenzene e del

**Tabella 1**  
Dati spettroscopici UV-Vis e proprietà degli azobenzeni **1 – 6**, **1a – 6a**

R	$\lambda_{\max}$ (log $\epsilon_{\max}$ ) <sup>a</sup>	$\lambda_{\max}$ (log $\epsilon_{\max}$ ) <sup>b</sup>	$\lambda_{\max}$ (log $\epsilon_{\max}$ ) <sup>c</sup>	Dipole <sup>d</sup>	log $K^e$
<b>1</b>	H 320 (4.42)	442 (2.79)		0.000	
<b>1a</b>			425 (4.56)		0.949
<b>2</b>	Me 327 (4.36)	444 (2.89)		0.656	
<b>2a</b>			441 (4.54)		0.819
<b>3</b>	CF <sub>3</sub> 318 (4.32)	448 (2.75)		3.265	
<b>3a</b>			416 (4.41)		0.740
<b>4</b>	Br 327 (4.40)	442 (2.88)		2.183	
<b>4a</b>			445 (4.56)		0.722
<b>5</b>	F 321 (4.31)	443 (2.82)		1.299	
<b>5a</b>			430 (4.48)		0.556
<b>6</b>	OMe 346 (4.39)	434 (2.99)		2.030	
<b>6a</b>			473 (4.60)		1.427

<sup>a</sup> Misurati in CHCl<sub>3</sub>,  $\lambda_{\max}$   $\pi \rightarrow \pi^*$  in nm, (log  $\epsilon_{\max}$ ) in L mol cm<sup>-1</sup>

<sup>b</sup>  $\lambda_{\max}$   $n \rightarrow \pi^*$  in nm, (log  $\epsilon_{\max}$ ) in L mol cm<sup>-1</sup>

<sup>c</sup>  $\lambda_{\max}$   $\pi \rightarrow \pi^*$  in nm, (log  $\epsilon_{\max}$ ) in L mol cm<sup>-1</sup> relativo al complesso

<sup>d</sup> In Debye, calcolati mediante Spartan '04, B3LYP(6-31G\*)

<sup>e</sup> Valori calcolati secondo la procedura convenzionale

formazione  $K$  (il log  $K$  è listato in Tab. 1) sono state calcolate dai dati sperimentali per tutti i composti investigati. Il calcolo computazionale (B3LYP/6-31G\*) [6] - introdotto allo scopo di

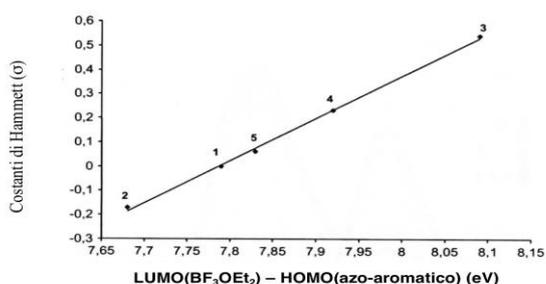
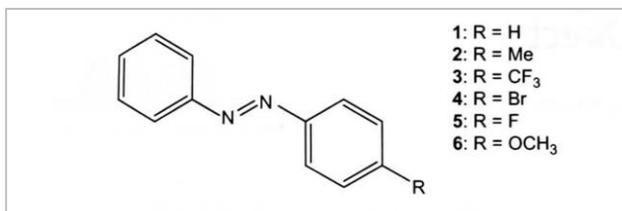


Grafico 1  
Plot lineare della costante di Hammett vs. le differenze di energie in eV fra LUMO(BF<sub>3</sub>OEt<sub>2</sub>) - HOMO(azo-aromatico).

$LUMO$  del BF<sub>3</sub>OEt<sub>2</sub> ed il livello  $HOMO$  degli azobenzeni (1-5) con la sola eccezione dell'azobenzene *p*-metossi sostituito 6.

In questo caso, il divario è attribuibile al doppietto elettronico dell'ossigeno di OMe, capace di subire attacco elettrofilo da parte del boro. In definitiva, il modello numerico, unitamente alle caratteristiche spettroscopiche UV-Vis e NMR, conferma la formazione di una nuova specie



Schema 1

chimica simile a quella nota degli azocoloranti protonati in cui il gruppo sostituito dell'azoico esercita un evidente effetto elettronico sul legame N•B ionico (Schema 1).

Studi successivi [7] mediante spettri vibrazionali, di dispersione anelastica dei neutroni, e calcoli DFT vibrazionali della molecola H<sub>3</sub>B:NH<sub>3</sub> (amminotriidroborano), sia a pressione atmosferica, sia sotto alte pressioni (anvil cell), integrano significativamente i precedenti studi fornendo nuove informazioni sulla struttura e le stabilizzazioni dei legami N•B. In letteratura sono riportati solo

complesso (1a-6a). In aggiunta, gli spettri elettronici mostrano due punti isosbestici che indicano la formazione di una specie chimica nuova differente dal materiale di partenza.

È stata suggerita la formazione di complessi BF<sub>3</sub>-azobenzenici le cui relative costanti di

formazione  $K$  (il log  $K$  è listato in Tab. 1) sono state calcolate dai dati sperimentali per tutti i composti investigati. Il calcolo computazionale (B3LYP/6-31G\*) [6] - introdotto allo scopo di confermare i dati sperimentali dei livelli  $HOMO$  e  $LUMO$  in fase gassosa per i composti considerati (1-5), (1a-5a) e BF<sub>3</sub> - ha confermato una correlazione lineare elevata ( $R = 0,9977$ ) calcolata utilizzando le costanti di Hammett (Grafico 1) e il gap energetico del livello

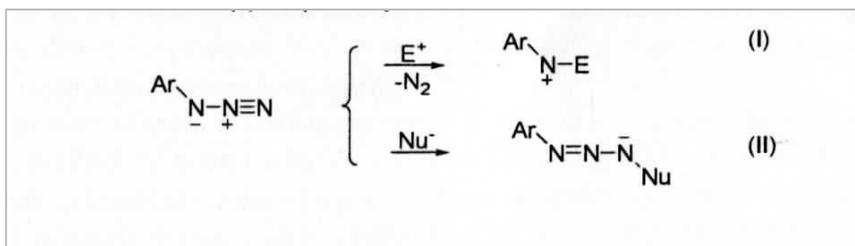
chimica simile a quella nota degli azocoloranti protonati in cui il gruppo sostituito dell'azoico esercita un evidente effetto elettronico sul legame N•B ionico (Schema 1).

## Rivisitando

alcuni esempi di studi chimico-fisici che forniscono nuove informazioni sulla struttura e la stabilizzazione dei legami fra questi due atomi. (vedi rif. 7)

### Reattività dell'azido gruppo con derivati del boro trivalente.

L'azido gruppo - un gruppo sostituito non presente in natura, che si ottiene solo per via sintetica (*molecole contenenti numerosi atomi di azoto come le azidi costituiscono una classe di molecole ad elevata energia e densità elettronica. Per motivi di sicurezza è opportuno utilizzare a priori i moderni metodi di analisi termica ed il calcolo computazionale per determinarne il contenuto energetico*) - mostra una larga reattività sia con elettrofili ( $E^+$ ), sia con nucleofili ( $Nu^-$ )

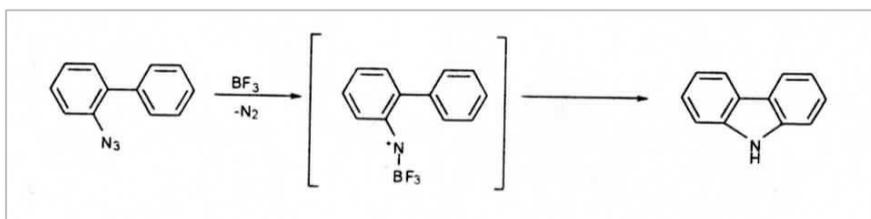


per rispettivamente formare ioni nitrenio (I) o triazeni (II) (Schema 2).

Schema 2

La decomposizione chimica delle azidi organiche in ambiente fortemente acido per acido protico e/o termica sono state studiate sia sotto il profilo sintetico, sia dal punto di vista teorico; tuttavia la sottovalutata decomposizione di aril- ed eteroaril-azidi in presenza di acidi di Lewis, come il boro tricloruro o trifluoruro, richiede maggior attenzione soprattutto dal punto di vista della utilità sintetica dell'intermedio *N*-arilnitrenio, considerevolmente meno studiato rispetto agli ioni carbonio, carbene e nitrene [8] pur avendo analoghe potenzialità sintetiche.

Le reazioni a temperatura ambiente del 2-azidobifenile con  $BCl_3$  o  $BF_3$  gas forniscono carbazolo, con rese elevate (>91%), via ciclizzazione 1,5-intramolecolare dell'iniziale ione nitrenio-borotricloruro, formatosi presumibilmente mediante rapido attacco del boro sull'atomo di azoto



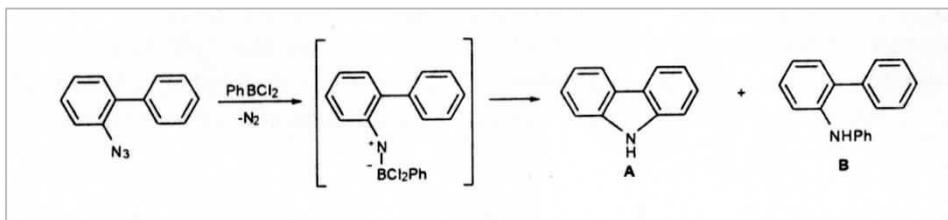
$\alpha$  dell'azido gruppo e conseguente estrusione di azoto molecolare [9] (Schema 3).

Schema 3

Questo risultato imita quello della decomposizione termica del 2-azidobifenile a carbazolo, via nitrene intermedio [10], e rappresenta una nuova e facile via per la sintesi di sistemi aromatici fusi contenenti azoto. È interessante notare che la completa decomposizione di 2-azidobifenile a carbazolo con  $BF_3$ -eterato ( $BF_3 \cdot OEt_2$ ) si ottiene solo a temperature superiori a 60 °C mentre con  $BF_3$  gas avviene a temperatura ambiente.

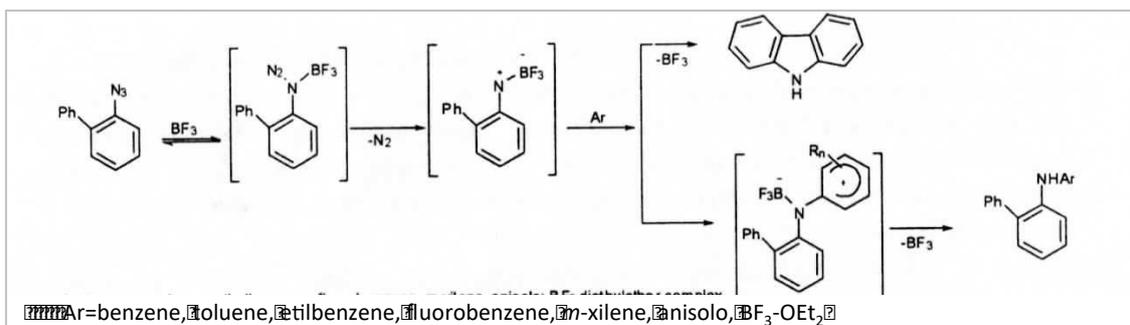
Un meccanismo concertato similare - (via sistema  $\pi_4$ ) - che però coinvolge un orbitale vuoto dell'intermedio nitrenio, allo stato di singoletto (o di tripletto), generato dalla perdita di azoto molecolare Schema 2 (I) può essere ipotizzato nel caso della reazione di decomposizione del 2-azidobifenile a carbazolo - ed altri composti azidici - promossa da  $BF_3$  in differenti solventi anidri (toluene, *p*- e *m*-xilene e mesitilene) (Schema 4).

## Rivisitando



Schema 4

La decomposizione di pseudo primo ordine, conduce ad una correlazione lineare fra la costante di velocità per la formazione delle difenilammine *p*-sostituite ( $\log F_p$ ) e la costante  $\sigma_p$  (sostituente in posizione *para*-). La reazione indica un maggiore carattere elettrofilico per l'intermedio arilnitrenio generato per decomposizione protica dell'azido gruppo (valori di  $\rho$ -6,69 e -4,40 rispettivamente). In questo caso si osserva che i prodotti di *N*-sostituzione aumentano rispetto alle inserzioni radicaliche C-H (e l'estrazione di idrogeno) con l'aumento della nucleofilicità del solvente come la velocità della inserzione C-H aumenta, a spese della *N*-sostituzione, con l'aumento del carattere elettron-donatore del sostituente nell'anello fenilazidico [11].



Schema 5

Nel tentativo di discriminare i differenti stati elettronici nitrene ( $\bar{N}$ :) o nitrenio ( $-N^+$ ) intermedi sono state effettuate reazioni competitive utilizzando una serie di *o*-, *m*-, *p*-CH<sub>3</sub>, *m*-, e *p*-Cl, *m*-, e *p*-NO<sub>2</sub>-fenilazidi in presenza di BF<sub>3</sub>•OEt<sub>2</sub>. Il test rivela che l'effetto elettrondonatore del gruppo sostituente dell'iniziale fenilazide sull'intermedio ione nitrenio riflette la persistenza del tempo di mezza vita e conseguente passaggio, via intersystem crossing, allo stato di tripletto [12].

Ciò è confermato dalla reazione dello stesso 2-azidobifenile, effettuata in solvente inerte ed in presenza del meno acido PhBCl<sub>2</sub>, da cui si ottiene una miscela di 2-ammino-*N*-fenilbifenile (A) e carbazolo (C) nel rapporto (A/C = 8/2). Il risultato dipende fondamentalmente dall'attitudine migratoria del gruppo sostituente legato all'atomo di boro iniziale [13].

L'eliminazione di azoto molecolare, dovuto all'attacco di PhBCl<sub>2</sub> all'azido gruppo, avviene con 1,2-shift del fenile e formazione di una dicloroborilammina il cui atomo di boro è ancora elettrofilico, per la perdita del gruppo fenile, e fornisce una miscela di carbazolo (C) e *N*-fenilbifenil-2-ammina (B) (2:8). Simile comportamento è stato riscontrato nella reazione del PhBCl<sub>2</sub> con derivati *o*-azidobifenilici, ma con maggiore rapidità di migrazione del gruppo fenile [14]. In una più recente pubblicazione [15], l'utilità sintetica della reazione tra azidi aromatiche e BF<sub>3</sub> è stata dimostrata con la dissociazione di tre 2-ossigeno-arilazido derivati - generata da BF<sub>3</sub>•OEt<sub>2</sub> - con formazione delle corrispondenti acridine via *N*-arilnitrenio-BF<sub>3</sub> ioni.

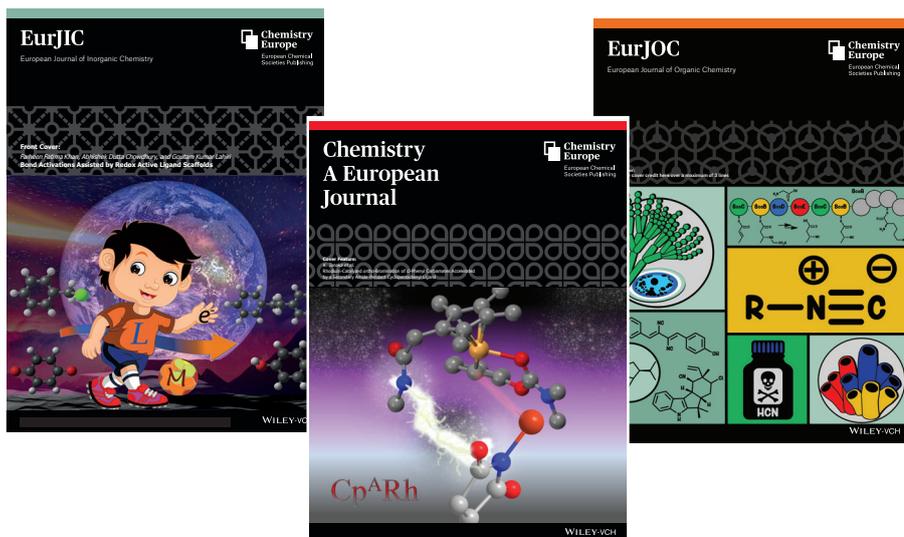
Poiché la sintesi di stabili azidi aromatiche è facilmente ottenibile [16] la reazione tra queste con derivati del boro trivalente rappresenta una delle vie di sintesi organiche più prolifiche.

### Bibliografia

- [1] I. Pauling, *La natura del legame chimico*, Traduz. 2° Ed. It., E.I.R., 1962, <https://rsc.org/periodic-table/element>; C. Brown, J. V. B. Kanth *et al.*, *J. Org. Chem.*, 2021, **86** (9), 6207.
- [2] [https://it.wikipedia.org/wiki/Nitruro\\_di\\_boro](https://it.wikipedia.org/wiki/Nitruro_di_boro); <http://www.chimdocet-inorganica.it/file30.htm>
- [3] A.R. Barron, *Chemistry of the main group elements*; 2014, **7/6**; <https://cnx.org/contents/OmMKxTnT@2/Boron-Compounds-with-Nitrogen-Donors>
- [4] a) P.A.S. Smith, *Aryl and Heteroaryl Azides and Nitrenes*, in *Azides and Nitrenes, Reactivity and Utility*, E.F.V. Scriven (Ed.), Academic Press, Orlando, 1984; D.E. Falvey; *React. Intermediate Chem.*, 2004, 593; R.A. Abramovitch, J. Miller, A.J.C. de Souza, *Tetrahedron Lett.*, 2003, **44**, 6965; H. Takeuchi, T. Taniguchi, T. Ueda, *J. Chem. Soc., Perkin 2*, 2000, **295**; D.E. Falvey, *Molec. Supramolec. Photochem.*, 2000, **6**, 249; b) G.I. Borodkin, V.G. Shubin, *Russian J. Org. Chem.*, 2005, **41**, 473; P.Y. Chan, S.Y. Ong *et al.*, *J. Org. Chem.*, 2003, **68**, 5265; M. Novak, S. Rajagopal, *Adv. Phys. Org. Chem.*, 2001, **36**, 167; S. McIlroy, R.J. Moran, D.E., Falvey, *J. Phys. Chem. A*, 2000, **104**, 11154; c) J. Ježek, J. Hlaváček, J. Šebestík, *Biomedical Applications of Acridines: Derivatives, Syntheses*; Springer, 2017, [https://books.google.com/books/about/Biomedical\\_Applications\\_of\\_Acridines.html?hl=it&id=fk8xDwAAQBAJ237](https://books.google.com/books/about/Biomedical_Applications_of_Acridines.html?hl=it&id=fk8xDwAAQBAJ237); S.M. Capitosti, H.T.P. Hansen, M.L. Brown, *Org. Lett.*, 2003, **5**, 2865; B. Cheng, R.A. McClelland, *Can. J. Chem.*, 2001, **79**, 1881; D.J. Wardrop, W.M. Zhang, *Org. Lett.*, 2001, **3**, 2353; A.G. Habeeb, P.R. Rao, E.E. Knaus, *J. Med. Chem.*, 2001, **44**, 3039; K.G. Pinney, M.P. Mejia *et al.*, *Bioorg. Med. Chem.*, 2000, **8**, 2417.
- [5] A. Fraleoni-Morgera, L. Giorgini, P. Zanirato, *Dyes and Pigments*, 2008, **76**, 394.
- [6] L.P. Hammett, *J. Am. Chem. Soc.*, 1937, **59**, 96; Spartan '04, tutorial and user's guide, Irvine, CA, Wavefunction, Inc., 2004.
- [7] S. Xie, Y. Song, Z. Liu, *Can. J. Chem.*, 2009, DOI: <https://doi.org/10.1139/V09-114>; D.G. Allis, M.E. Kosmowski, B.S. Hudson, *J. Am. Chem. Soc.*, 2004, **126**(25), 7756.
- [8] Per una review su questi argomenti vedi: R.A. Abramovitch, E.P. Kyba, *Decomposition of Organic Azides*, in *The Chemistry of the Azido Group*, S. Patai (Ed.), Interscience, New York, 1971; **5**, 221-329; H. Takeuchi, K. Takano, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* 1983, 447 e riferimenti inclusi, [https://books.google.com/books/about/Biomedical\\_Applications\\_of\\_Acridines.html?hl=it&id=fk8xDwAAQBAJ](https://books.google.com/books/about/Biomedical_Applications_of_Acridines.html?hl=it&id=fk8xDwAAQBAJ)
- [9] P. Zanirato, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 1983, 1065.
- [10] L.K. Dyal, J.E. Kemp, *J. Chem. Soc. B*, 1968, 976; J.M. Lindley, I. McRobbie *et al.*, *J. Chem. Soc., Perkin 1*, 1977, 2194; G.J. Smolinsky, *J. Am. Chem. Soc.*, 1961, **83**, 2489; P.A.S. Smith, *Aryl and Heteroaryl Azides and Nitrenes*, in *Azides and Nitrenes, Reactivity and Utility*, E.F.V. Scriven (Ed.), Academic, Orlando, 1984, Ch. 3.
- [11] P. Spagnolo, P. Zanirato, *Tetrahedron Lett.*, 1987, **28**, 961.
- [12] B. Iddon, O. Meth-Cohn *et al.*, *J. Chem. Soc., Perkin 1*, 1977, 2194; D.E. Falvey, *Phys. Org. Chem.*, 1999, **12**, 589.
- [13] P. Zanirato, *J. Organomet. Chem.*, 1985, **293**, 285; R. Leardini, P. Zanirato, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 1983, 396.
- [14] S. Gronowitz, I. Ander, P. Zanirato, *Chem. Scripta*, 1983, **22**, 55.
- [15] A. Fraleoni-Morgera, P. Zanirato, *Arkivoc.*, 2006, **12**, 111.
- [16] S. Brase, C. Gil *et al.*, *Angewandte Chemie*, 2005, **44**, 5188.

# 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](http://www.chemistry-europe.org)

Batteries & Supercaps

ChemBioChem

ChemCatChem

ChemElectroChem

ChemistryOpen

Chemistry-Methods

ChemistrySelect

ChemMedChem

ChemPhotoChem

ChemPhysChem

ChemPlusChem

ChemSusChem

ChemSystemsChem

# Recensioni

## IL CHIMICO AUTODIDATTA

### La via più facile per capire il difficile

G. Fochi, S. Casarosa

©2022 Gianni Fochi e Stefano Casarosa

ISBN-13: 979-8815116085

**G**ianni Fochi, firma ben nota ai lettori de *La Chimica e l'Industria* è non solo un chimico, ricercatore e docente, ma anche appassionato ed apprezzato divulgatore di chimica. La sua recente fatica, scritta a quattro mani con Stefano Casarosa, si intitola "Il Chimico Autodidatta: la via più facile per capire il difficile" ed è un libro alquanto insolito nel panorama dei libri che parlano di chimica, per lo meno in Italia.

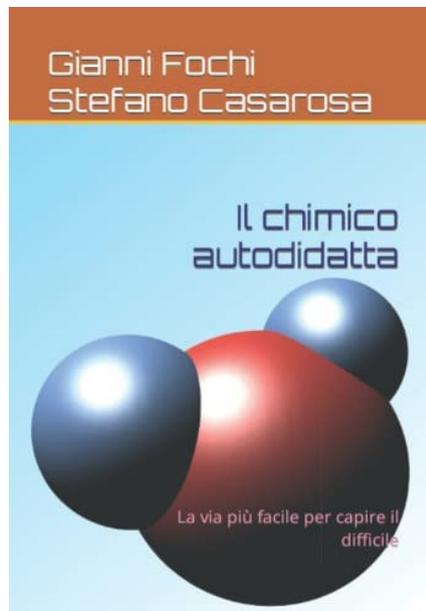
Non è un libro di testo, perché esula dai classici canoni del volume concepito per gli studenti delle scuole superiori o dei primi anni di università; non è un libro puramente divulgativo, perché con rigore e metodo

si propone di passare in rassegna i principali concetti della chimica generale, con alcuni spunti di chimica inorganica e organica, corredando il tutto con serie di esercizi da svolgere e relative soluzioni; non è nemmeno un libro narrativo, sebbene vi siano esercizi posti in forma di aneddoti e parti in cui gli autori si rivolgono direttamente al lettore.

Dunque, che tipo di testo è? È una guida per tutti coloro i quali vogliono intraprendere lo studio della chimica da autodidatti. È un prontuario di approfondimento per chi dovrà affrontare le scienze chimiche nel proprio percorso universitario o professionale oppure un modo per ritornare al passato, in età matura, ripercorrendo alcuni percorsi cognitivi e riconsiderando con maggior consapevolezza i segreti di questa scienza.

Fochi e Casarosa suddividono il libro in 15 capitoli, così da accompagnare il lettore gradualmente attraverso argomenti fondamentali, come la mole, il legame chimico, i gas perfetti, la struttura atomica, gli acidi e le basi, con escursioni su elettrochimica, termodinamica e rudimenti di chimica inorganica e organica. La trattazione si dipana così in modo scorrevole e piacevole, così come avrebbe fatto un precettore dei secoli passati, che avrebbe guidato il proprio discente in un percorso didattico individuale e regolato su tempi e modi di apprendimento personalizzati.

Anche dal punto di vista grafico, gli autori lasciano nel corpo principale del testo l'esposizione delle nozioni fondamentali, mentre inseriscono nelle note a piè di pagina i loro commenti più informali, le loro chiose e anche i trucchi e le scorciatoie concettuali per apprendere più facilmente alcuni punti più ostici. Proprio nelle note si trova, infatti, lo stile più personale dell'autore "precettore", tutto impegnato a far capire la Chimica al lettore, più che ad elencare una serie di nozioni. E con questo fine pragmatico, Fochi e Casarosa si prendono la libertà con il lettore anche di utilizzare nomenclature e unità di misura tradizionali, talvolta disattendendo le raccomandazioni di IUPAC (come per la numerazione dei gruppi della tavola periodica o l'impiego di atmosfere o calorie). Infine, nell'ambito delle attività SCI un testo come questo può essere un ottimo ausilio per gli studenti più promettenti impegnati nei Giochi della Chimica che



intendano ripassare o porre più attenzione ad alcuni concetti, seguendo una presentazione complementare rispetto a quella del loro corso scolastico.

La chimica è facile? No - dicono gli autori nel prologo - ma siamo certi che, con guide di una tale esperienza, anche molti concetti tradizionalmente "indigesti" della chimica possano diventare più accessibili a tutti gli ingegni curiosi e volenterosi.

*Matteo Guidotti*

### MARCH OF THE PIGMENTS Color History, Science and Impact

*M.V. Orna*

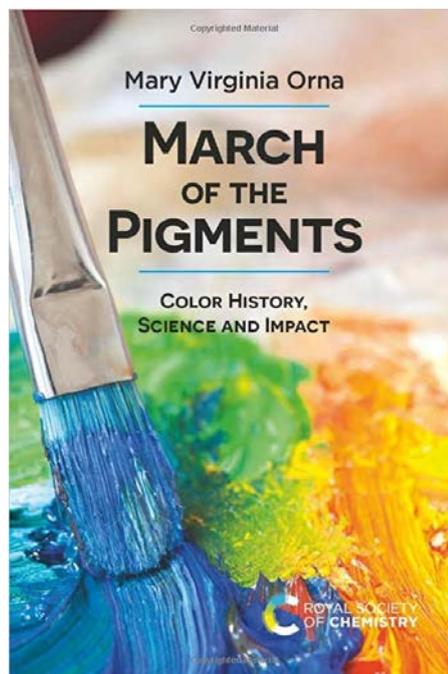
*Royal Society of Chemistry (2022)*

*Brossura, pag. 478, 44,18 euro*

*ISBN 978-1-83916-315-9*

In questi tempi inquieti, il solo sentire nominare la parola "marcia" ci rimanda tristemente a quelle guerre, palesate, latenti o in divenire che affliggono questo variopinto mondo. Questa brulicante crosta terrestre, affamata di cibo, come di acqua o di energia e mai affamata di pace! Eppure, nella sua complessa struttura, essa è un mondo colorato. Non si rattristi il Lettore. Mary Virginia Orna, la nota chimica americana, famosa anche nel nostro panorama domestico, si è sempre prestata con grazia, competenza e dedizione alla stesura delle sue numerose opere scientifiche. Mary Virginia Orna è una scienziata, una scrittrice, una divulgatrice scientifica tra le più apprezzate. Alla storia della Chimica ha appena consegnato un saggio imponente, quanto denso di cultura, sulla storia delle sostanze coloranti. La "marcia", alla quale l'Autore fa riferimento è un dipanarsi cronologico della storia delle sostanze coloranti, della loro composizione chimica, della sintesi, del loro impiego. Il libro, "March of the Pigments", possiede lo spirito positivista di Pasteur, di fiducia nel genere umano, nonché quella benevola pazienza nel progresso, evento non dato per scontato da tutti, ma in questo caso trascinate. Parallelamente Mary Virginia Orna accompagna alla scrittura scientifica un proprio gusto estetico per ciò che sono i pigmenti e ciò che hanno rappresentato e continuano a rappresentare per il genere umano. Questo lavoro si può definire una sinfonia di scienza ed arte. Infatti per citare alla lettera l'Autore: "I pigmenti ci parlano di passione. [...] essi hanno ingentilito il nostro mondo [...]. Le sostanze coloranti pervadono ogni aspetto della vita umana, [...] ci colorano sia dentro che fuori".

La ricerca storica delle innumerevoli sostanze coloranti o pigmenti, qui riportate, è accompagnata da una ricchissima bibliografia e dovizia di informazioni tecniche, le quali, sapientemente dosate, non distolgono il lettore da una piacevole lettura. Molti altri studiosi hanno apportato pregevoli contributi alla storia dei pigmenti, tuttavia il libro di Orna rappresenta un contributo dedicato al tema con un focus diverso: geografico, culturale, scientifico, artistico e storico. Mary Virginia ha affrontato il vastissimo argomento in una veste più ampia sia nel tempo che nello spazio: dalle oscure caverne del paleolitico ai colori della medicina. Mary Virginia Orna fissa con sapienti costrutti storico-scientifici, che potremmo quasi definire per traslato, odologici, un filo conduttore proprio dei pigmenti in ogni continente, ad ogni latitudine: la chimica.



## Recensioni

Altro aspetto interessante di questo libro è l'anelito sociale, definiamolo - prudentemente - così, manifestato dall'Autore, quando sottolinea come i pigmenti - e la chimica per traslato - abbiano consentito a tutti noi di sviluppare quelle doti conoscitive e spirituali che nobilitano l'uomo.

Questo libro si può definire, senza ricorrere a giri di parole, un'opera fondamentale.

Dei sedici capitoli che costituiscono questo volume, il primo è un'accurata introduzione alla scienza legata alla percezione del colore, su cosa sia un pigmento. Entrambi i concetti sono studiati dal punto di vista chimico e fisico. Nel quattordicesimo e quindicesimo capitolo è presente un grande slancio, appassionato ma mai apologetico, verso la fitochimica, la iatrochimica, mentre nell'ultimo capitolo Mary Virginia Orna affronta la fine di questo vasto viaggio ponendo le basi di quello che potrà essere l'immediato futuro di questo ramo della chimica.

Uno dei paragrafi che più mi ha colpito è quello dedicato ai pigmenti "ergocromici", neologismo *orniano*, che indica i pigmenti capaci di cambiare colore in via permanente o reversibile quando posti a contatto con una certa forma di energia, sia sotto forma di calore, luce, stress meccanico o elettrico. Chiude il volume un glossario essenziale quanto funzionale e un indice per materia, assai ben curato.

La bibliografia è imponente. Bastino queste cifre a sottolinearne la vastità: 167 letture consigliate alle quali si aggiungono complessivamente 1153 riferimenti bibliografici suddivisi alla fine di ogni capitolo.

Che dire dei restanti capitoli centrali, dov'è possibile trovare la storia dei pigmenti nella bottega di Botticelli come nei tatuaggi, fenomeno planetario di "bodyart"? Ma non solo, si scoprirà la passione dei Maya per il blu, pari o forse superiore alla nostra per il colore per antonomasia dei jeans. Mary Virginia Orna non omette di soffermarsi nei chiostrini medievali e sui codici miniati, né sul giardino di colori che fu la tavolozza di Monet. Per rimanere nello spazio di una recensione, di più non si può dire.

Nei modi più vari, Mary Virginia Orna, offre ai lettori interessanti spunti di riflessione, oltre ad approfondire argomenti poco esplorati e punta a suggerire nuove possibili ricerche e nuove applicazioni dei pigmenti. Scritto in uno stile agile e veloce, quasi narrativo, *March of the Pigments* è un libro del quale non si può che suggerirne l'acquisto. Buona lettura.

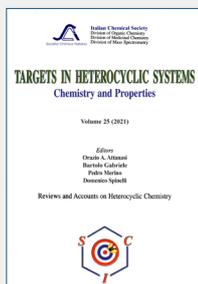
*Marco Fontani*

## LIBRI E RIVISTE SCI

### Targets in Heterocyclic Systems Vol. 25

È disponibile il 25° volume della serie "Targets in Heterocyclic Systems", a cura di Orazio A. Attanasi, Bortolo Gabriele, Pedro Merino e Domenico Spinelli

[http://www.soc.chim.it/it/libri\\_collane/th/s/vol\\_25\\_2021](http://www.soc.chim.it/it/libri_collane/th/s/vol_25_2021)



Sono disponibili anche i volumi 1-24 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](http://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 [segreteria@soc.chim.it](mailto:segreteria@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](http://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](http://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](mailto:simone.fanfoni@soc.chim.it)**

# Pills & News



## **Lamberti: la chimica è un settore primario, nostra flessione segnale inquietante per tutta l'economia**

“Senza l'industria chimica si ferma la produzione manifatturiera: il nostro settore è una 'materia prima' a monte di quasi tutte le filiere produttive, connesse ad esempio all'agroalimentare, all'edilizia, ai settori del Made in Italy, ed è motore essenziale della nostra economia, oltre che infrastruttura tecnologica di qualità e innovazione. Le istituzioni ne tengano conto,

predisponendo interventi di sostegno per fronteggiare la crisi.”

Paolo Lamberti, Presidente Federchimica, nella sua relazione all'Assemblea di oggi lancia un segnale di forte preoccupazione sulle prospettive dell'Industria chimica in Italia, quanto mai incerte e con una previsione di chiusura d'anno di segno negativo: “un segnale inquietante per tutta l'economia del Paese”. L'industria chimica in Italia (più di 2.800 imprese, terzo produttore europeo dopo Germania e Francia e sesto settore industriale del Paese) ha chiuso il 2021 con un valore della produzione di 56,4 miliardi di euro.

Dopo un primo semestre ancora positivo (+ 0,4%), da luglio si registra un significativo deterioramento, causato soprattutto dai costi energetici e dall'indebolimento della domanda da parte dei settori clienti. Nell'ipotesi che non si verifichino limitazioni all'attività per il razionamento del gas, si prevede una contrazione della produzione dell'8% nel secondo semestre, che porterebbe a chiudere il 2022 con un calo complessivo del 4%.

“La crisi che tutti stanno affrontando è particolarmente sentita dalla chimica, un settore energivoro, che utilizza il gas anche come materia prima per moltissime produzioni. Già prima dell'attuale crisi, il costo dell'energia aveva un'incidenza elevatissima (11%) sul valore della produzione, con punte ancor più significative ad esempio per gas tecnici, fertilizzanti, chimica di base e molti principi attivi farmaceutici.

“Le decisioni prese dal Consiglio Europeo e il mandato alla Commissione sul price cap al gas ci sembrano significative, soprattutto perché assunte in totale condivisione tra i Paesi della Ue”.

L'industria chimica è da tempo impegnata nel promuovere l'efficienza energetica e dal 2000 ha ridotto i consumi energetici del 44% a parità di produzione, anche grazie agli investimenti in cogenerazione, rinnovabili ed economia circolare. Per fare fronte alla crisi energetica, le imprese stanno utilizzando ogni leva disponibile, incluse la rimodulazione dei turni e la riformulazione dei prodotti.

“Lo shock energetico produce una rilevante perdita di competitività per tutta l'industria europea ma l'Italia rischia anche nei confronti degli altri Paesi UE, a causa del suo mix energetico più sbilanciato sul gas”.

Senza contare gli oneri connessi al Green Deal europeo, che, con l'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050, da mesi sta comportando interventi legislativi che enfatizzano i vantaggi ambientali ma sottostimano i costi industriali, “misure che ci penalizzeranno rispetto ai nostri competitor globali. Perché la transizione ecologica abbia successo, le Istituzioni, europee e nazionali, devono garantire un quadro normativo chiaro e prevedibile, senza inutili appesantimenti. Il Covid ci ha insegnato che molte semplificazioni amministrative imposte dall'emergenza hanno funzionato e possono essere adottate anche in situazioni ordinarie”.

“Lo ripetiamo da anni: per il nostro Paese una Pubblica Amministrazione dinamica e vicina alle istanze delle imprese nell'interesse della collettività è un fattore imprescindibile di modernizzazione”.

La chimica è un settore sostenibile anche dal punto di vista della responsabilità sociale: impiega oltre 112 mila addetti altamente qualificati, 278mila considerando anche l'indotto. Tra il 2015 e il 2021 la chimica ha generato circa 7.000 nuovi posti di lavoro, figurando tra i settori che più hanno contribuito a creare occupazione nel Paese.

Il rinnovo del Contratto Collettivo, siglato in giugno in anticipo sulla scadenza, “ha assicurato una prospettiva per il futuro delle imprese e dei lavoratori in un clima di grande incertezza”.

L'innovazione Chimica è essenziale anche per affrontare le grandi sfide ambientali e demografiche del Pianeta. “Perciò la ricerca chimica - precisa Lamberti - deve diventare centrale e prioritaria nei programmi

di sostegno pubblici, favorendo gli sforzi delle imprese, soprattutto piccole e medie, con una ricerca pubblica indirizzata a finalità industriali”.

“Apprezziamo la rapidità con cui è stato definito il nuovo Governo, segno che c’è consapevolezza delle difficoltà da affrontare.

“Chiediamo alle Istituzioni di essere messi in condizione di operare bene per produrre progresso, innovazione e benessere per tutto il Sistema economico.

“Perché se si chiude la Chimica - conclude Lamberti - si chiude il Paese”.

All’Assemblea di Federchimica sono intervenuti Pina Picierno, Vicepresidente Parlamento Europeo; Ferruccio Resta, Presidente CRUI; Davide Tabarelli, Presidente Nomisma Energia, Fabio Tamburini, Direttore *Il Sole 24 Ore*.

Ha concluso i lavori Carlo Bonomi, Presidente Confindustria.



### **Publicato il Rapporto sull'industria chimica in Italia 2021-2022**

“Le grandi emergenze che ci stanno accompagnando dimostrano che il modo più sintetico e concreto per definire la Chimica (e, implicitamente, la sua industria) è quello di considerarla come ‘materia prima’.” Con queste parole del Presidente Paolo Lamberti si apre il Rapporto sull’Industria Chimica in Italia 2021-2022 disponibile anche [online](#).

Il Rapporto è la pubblicazione che ogni anno

Federchimica rende disponibile in occasione dell’Assemblea e affronta tutti i temi di maggiore attualità per il settore, dalle tendenze economiche agli aspetti tecnico-scientifici, ambientali e sociali, con brevi sintesi anche sui singoli settori.

“Siamo materia prima e primaria perché ci collochiamo a monte di moltissime filiere e concorriamo, in maniera più o meno determinante, alla composizione di tutti i prodotti.

Lo si è dimostrato in modo evidente durante la pandemia, quando la quasi totalità dei nostri stabilimenti non ha mai cessato l’attività: senza industria chimica si ferma la produzione manifatturiera.

Siamo un settore indispensabile per far fronte alle sfide future: cambiamenti climatici e tutela dell’ambiente ma anche necessità di sfamare una popolazione mondiale in decisa crescita, tutto secondo principi di sostenibilità e circolarità.

Siamo - ma dovremmo esserlo ben di più - prioritari nelle scelte di politica industriale: perché è dalla Chimica che parte l’impulso più decisivo al progresso tecnologico, grazie alla nostra vocazione alla ricerca e all’innovazione.

Siamo una materia di studio che dà modo a tanti giovani di intraprendere percorsi di carriera in ruoli essenziali, ben retribuiti, in ambienti di lavoro sicuri.

In definitiva, la Chimica è materia prima perché tutto è Chimica: assunzione che dovrebbe essere ovvia e che invece ancora fatica, molte volte, ad essere accettata.

Continuiamo a scontrarci col vetusto pregiudizio che contrappone il chimico al naturale, laddove quest’ultimo è il buono e l’altro è il cattivo. Per quanto l’indispensabilità della Chimica sia dimostrata in moltissimi ambiti, a partire dalla vita quotidiana, sono ancora tanti i dubbi, i falsi miti, le fake news che ci riguardano e che noi cerchiamo di smontare coi fatti concreti e scientificamente fondati.

Un tema che emerge in modo prepotentemente critico è oggi quello dell’energia.

L’industria chimica è il primo settore industriale per consumo di gas e il secondo per consumo di energia elettrica; i problemi del settore impattano inevitabilmente sulle filiere a valle: agricoltura, edilizia, sanità, settori del Made in Italy e molti altri. La crisi del gas, per la sua natura altamente asimmetrica, grava pesantemente sulla competitività delle imprese italiane con effetti negativi in termini di quote di mercato e di redditività in una fase in cui le imprese sono fortemente impegnate ad investire per rendere possibile la transizione ecologica.

L’impegno dell’industria chimica, che negli ultimi trent’anni ha quasi dimezzato i consumi di energia e aumentato di oltre un terzo l’efficienza energetica delle sue attività produttive, assume oggi una valenza non solo in termini di lotta ai cambiamenti climatici, ma anche di resilienza, alla luce della drammatica crisi energetica che stiamo vivendo.

In un mondo di incertezza, solo una cosa è certa: l'industria chimica è quella che sta affrontando, e dovrà affrontare, il maggior numero di importanti normative sui vari temi della sostenibilità.

Questo Rapporto ha anche la finalità di illustrare l'importanza del rapporto associativo, in particolare in un settore che tanto dipende dalle condizioni esterne, quelle su cui l'impresa da sola poco può fare.

Ma in questa fase così difficile emerge un valore fondamentale dell'associazionismo: l'esperienza passata e la realtà attuale conferma che Federchimica, così come l'hanno voluta e costruita le sue imprese associate, è un grande supporto per operare in un mondo sì di diritti, ma anche di doveri.

Diritti da esigere insieme in modo trasparente e propositivo. Doveri da vivere insieme, cioè con più forza e più risultati concreti."



### **Responsible Care®: industria chimica, 2% del fatturato investito in salute, sicurezza, ambiente**

L'industria chimica è uno dei settori dove è più sicuro lavorare; persegue lo sviluppo sostenibile minimizzando l'impatto ambientale a parità di produzione - quindi indipendentemente dalla congiuntura economica - in un'ottica circolare; si impegna costantemente per un uso più efficiente dell'energia e per la riduzione degli impatti climatici, a beneficio dell'ambiente e della

competitività e resilienza proprie e di tutte le filiere produttive a valle.

Questi i messaggi che emergono dal 28° Rapporto annuale Responsible Care®, il Programma mondiale volontario di promozione dello sviluppo sostenibile dell'industria chimica, presentato oggi a Rimini in occasione della Fiera Ecomondo.

L'industria chimica vanta da anni una posizione di leadership nell'ambito della sicurezza e salute nei luoghi di lavoro: l'incidenza degli infortuni nel settore è inferiore del 41% rispetto alla media manifatturiera.

Dal 2010 il numero degli infortuni, a parità di ore lavorate, è diminuito del 40% e mostra un ulteriore calo (quasi il 12%) rispetto al 2019: segno che la sensibilizzazione dei dipendenti verso atteggiamenti sicuri e responsabili e alcune buone pratiche introdotte durante la pandemia, come la riorganizzazione delle modalità e degli ambienti di lavoro, hanno generato effetti positivi.

"Questi risultati sono frutto di un ingente impegno economico delle nostre imprese, che investono per sicurezza, salute e ambiente mediamente oltre il 2% del fatturato annuo, pari circa a un quarto degli investimenti totali. Un impegno testimoniato anche dalla proficua collaborazione con INAIL, in atto da oltre da 15 anni" ha osservato Paolo Lamberti, Presidente di Federchimica, la Federazione nazionale dell'Industria chimica che dal 1992 gestisce il programma Responsible Care® in Italia.

Il Rapporto dimostra anche l'impegno del settore sul fronte del consumo energetico; rispetto al 1990, l'industria chimica ha migliorato la propria efficienza energetica del 60% a parità di produzione: un risultato rilevante e ben superiore all'obiettivo fissato dalla UE (32,5% entro il 2030). Ciò anche grazie ad investimenti in cogenerazione, utilizzo di energie rinnovabili ed economia circolare.

Nel complicato contesto post pandemico, contrassegnato anche dall'esponentiale aumento dei costi energetici e delle materie prime, il settore ha comunque migliorato le già ottime prestazioni rispetto a tutti gli indicatori di sostenibilità ambientale: dal 1990 le emissioni dirette di gas serra si sono ridotte del 62% e le emissioni in atmosfera sono diminuite in media di oltre il 95%, grazie a miglioramenti di processo e prodotto e all'adozione di nuove tecnologie.

È stato poi sensibilmente ridotto, a parità di produzione, il consumo di acqua (-44%), in particolare di acqua dolce (-56%), più pregiata in quanto indispensabile per gli ecosistemi.

Diminuisce anche la produzione di rifiuti (-3,4% in un anno) e migliora la loro gestione: il riciclo è la prima modalità di trattamento ed equivale a quasi il 30% del totale.

"Già 30 anni fa la chimica in Italia si faceva promotrice di un nuovo modo di fare impresa, con sistemi di governance basati anche sugli aspetti socio-ambientali

"Anche nel difficile scenario in cui ci troviamo a operare, perseguire lo sviluppo sostenibile è prioritario. La transizione ecologica è un cambiamento fondamentale sotto il profilo sia ambientale, sia economico, purché non si perda di vista il rapporto tra costi industriali, benefici della collettività e tempi necessari per la sua piena e concreta attuazione".

“La chimica è una infrastruttura tecnologica innovativa, in grado di rendere più sostenibili i processi produttivi e i prodotti stessi, con un effetto virtuoso anche per i comparti utilizzatori. I risultati in continuo miglioramento - ha concluso Lamberti - dimostrano che affrontiamo i temi ambientali con serietà e concretezza, andando oltre gli slogan semplicistici e i falsi miti”.

Alla manifestazione di presentazione del 28° Rapporto annuale Responsible Care® sono intervenuti: Franco Bettoni, Presidente INAIL; Raffaele Cattaneo, Assessore all’Ambiente e Clima Regione Lombardia; Nora Garofalo, Segretaria Generale FEMCA-CISL, in rappresentanza di tutte le Organizzazioni Sindacali; Filippo Servalli, Presidente Programma Responsible Care® Federchimica.

Il Premio Responsible Care®, dedicato ai migliori progetti di sostenibilità è stato assegnato alle imprese:

- ERCA, per il progetto “From grey we make green”: 18 prodotti per la preparazione, tintura e finissaggio delle fibre tessili formulati a partire da olio vegetale esausto da cucina, un rifiuto problematico, di cui in Italia si producono ogni anno 260 mila tonnellate. L’olio di recupero viene utilizzato come sostanza in sostituzione dei più comuni oli vergini vegetali, provenienti principalmente dall’Asia. Il rifiuto diventa così una nuova risorsa, secondi criteri ecologici e sostenibili;
- METLAC, per lo sviluppo di vernici a ridotta impronta ambientale per imballaggi alimentari: vernici adatte alla innovativa tecnologia di asciugatura Electron Beam nel settore del metal packaging alimentare, con rilevante potenziale di riduzione dell’impatto ambientale. La tecnologia consente di ridurre i consumi energetici; il supporto verniciato non subisce stress termico poiché il processo non sviluppa calore; la reticolazione del prodotto verniciante è istantanea e non sono necessari fotoiniziatori e solventi;
- NIPPON GASES ITALIA, per il progetto “Remote Job Safety Observations”: importante innovazione sul fronte della sicurezza. Consente di assistere da remoto gli autisti cisternisti tramite uno strumento informatico di tele-assistenza interattiva. Il progetto potenzia la tutela dell’autista tramite un monitoraggio attivabile, anche durante le operazioni di carico e scarico, consentendo di individuare e correggere proattivamente eventuali comportamenti non corretti.



### **Marta Catellani è la vincitrice dell’ACS 2023 Herbert C. Brown award for Creative Research in Synthetic Methods**

Marta Catellani, già Professore ordinario di Chimica industriale nell’Università di Parma e Membro corrispondente dell’Accademia dei Lincei, è la prima tra i chimici italiani a ricevere questo prestigioso riconoscimento che premia lo straordinario lavoro di ricerca nel campo della catalisi organica. Le scoperte ([La Chimica e l’Industria, 2013, 95\(3\), 74](#)) note nella comunità scientifica internazionale come “Catellani Reaction”

sono state e sono tuttora di ispirazione di numerosi gruppi di ricerca in tutto il mondo. Dal 1997 questo riconoscimento, intitolato al Premio Nobel anglo-americano della Purdue University (Indiana), viene conferito annualmente a ricercatori che si sono distinti nella sintesi organica e vede tra i suoi vincitori anche i premi Nobel Robert H. Grubbs, Richard F. Heck, Akira Suzuki e Benjamin List.

La cerimonia di assegnazione del prestigioso premio avverrà nel marzo 2023 in occasione dell’ACS 2023 Spring National Meeting ad Indianapolis.

La SCI è orgogliosa di aver conferito alla prof. Catellani la medaglia Piero Pino nel 2012.



**European Research Council**  
Established by the European Commission

### **Un Synergy Grant dell’European Research Council per aprire una nuova via verso tecnologie quantistiche basate su molecole magnetiche**

Realizzare nuove tecnologie quantistiche basate su molecole magnetiche è l’obiettivo del Progetto CASTLE, premiato con un Synergy Grant dello European Research Council (ERC) e con un finanziamento totale di quasi 9 milioni di euro. Il progetto vedrà impegnata una rete internazionale di ricercatori che ha come *Principal Investigator* Roberta Sessoli, dell’Università di Firenze, e Stefano Carretta, dell’Università di Parma, assieme ai colleghi Michael R. Wasielewski, della Northwestern University di Illinois, e Robert Bittl, della Freie Universität di Berlino. I Synergy Grants dello European Research Council (ERC) sono conferiti sulla base dell’eccellenza scientifica e assegnano ai vincitori ingenti finanziamenti destinati ad affrontare problemi molto ambiziosi. La valutazione si basa unicamente sull’innovatività del progetto e sul curriculum dei ricercatori e delle ricercatrici.

Il progetto CASTLE (*Chirality and spin selectivity in electron transfer processes: from quantum detection to quantum enabled technologies*) esplora nuovi orizzonti nel campo delle tecnologie quantistiche. Siamo all'alba della cosiddetta seconda rivoluzione quantistica, che promette di cambiare profondamente le vite delle persone. Sfruttando la capacità di controllare singoli oggetti quantistici come atomi, molecole o elettroni sarà infatti possibile realizzare dispositivi in grado di risolvere problemi finora ritenuti impossibili nella computazione, nella progettazione di nuovi materiali, nello sviluppo di sensori con sensibilità estreme e nella realizzazione di comunicazioni sicure.

I sistemi molecolari hanno la potenzialità di dare un contributo fondamentale alle nuove tecnologie quantistiche, grazie alla possibilità di assemblarli come "mattoncini" e ingegnerizzare le loro proprietà. Tuttavia, leggere e controllare lo stato magnetico di singole molecole è estremamente difficile, poiché l'interazione di queste con campi magnetici esterni è molto debole, rendendo le applicazioni quantistiche ancora abbastanza lontane.

Combinando Fisica e Chimica, il progetto CASTLE si pone l'obiettivo di trovare la chiave per rimuovere questi ostacoli. In particolare, si propone di capire e sfruttare un fenomeno ancora non compreso: il fatto che il passaggio di elettroni attraverso molecole chirali, cioè non sovrapponibili alla loro immagine allo specchio (come le mani), seleziona l'orientazione del loro spin.

*"Lo spin è una proprietà quantistica dell'elettrone - spiega Stefano Carretta - e può essere usata per definire dei quantum bit, analogo quantistico dei bit classici. Proprio questa selettività dello spin, il fatto cioè che l'elettrone passi attraverso la molecola chirale solo se ha lo spin "giusto", può essere sfruttata per controllare i qubit e per leggere il loro stato trasformando l'informazione di spin in una di carica, quantità leggibile con metodi simili a quelli della più avanzata elettronica tradizionale. Un aspetto interessante è che questo fenomeno non richiede bassissime temperature e quindi potrebbe permettere di evitare temperature di lavoro prossime allo zero assoluto, necessarie invece per diversi prototipi attuali di computer quantistici".*

*"Il progetto è estremamente ambizioso ma ad elevato rischio perché esplora concetti completamente nuovi - commenta Roberta Sessoli, docente dell'Ateneo fiorentino -. Si tratta di scienza fondamentale ma con grandi potenzialità di ampliare le nostre capacità di controllare una grandezza - lo spin - che è alla base di moltissime proprietà, come l'efficienza delle celle fotovoltaiche, il rendimento delle luci LED, o l'efficacia e selettività di un catalizzatore, per fare alcuni esempi".*

Il successo del progetto da un lato consentirà di comprendere una famiglia di fenomeni di grande interesse non solo per la Fisica e la Chimica, ma anche in altri campi come la Biologia. Dall'altro permetterà di fare progressi cruciali verso l'uso di molecole magnetiche per le tecnologie quantistiche e in altre applicazioni dove il controllo dello spin è fondamentale.



### **Oltre il 2% delle emissioni globali di gas serra sono causate dai fertilizzanti sintetici**

I fertilizzanti azotati sintetici sono responsabili del 2,1% delle emissioni globali di gas serra, secondo una nuova ricerca pubblicata sulla rivista *Scientific Reports* e intitolata *"Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture"*. A differenza dei fertilizzanti organici, che provengono da materiale vegetale

o animale, i fertilizzanti sintetici sono prodotti dall'uomo con processi chimici. La produzione e il trasporto causano emissioni di carbonio, mentre l'uso agricolo di questi fertilizzanti porta al rilascio di protossido di azoto ( $N_2O$ ), un gas serra 265 volte più potente dell'anidride carbonica ( $CO_2$ ) nell'arco di un secolo.

Il team di ricerca - dei Laboratori di Ricerca dell'Università di Torino, dell'Università di Exeter e di Greenpeace - ha scoperto che la filiera dei fertilizzanti azotati sintetici è stata responsabile dell'emissione dell'equivalente di 1,13 Gt di  $CO_2$  nel 2018. Si tratta di oltre il 10% delle emissioni globali prodotte dall'agricoltura e di una quantità superiore alle emissioni dell'aviazione commerciale nello stesso anno. I primi quattro emettitori - Cina, India, Stati Uniti e UE28 (Paesi dell'Unione Europea più il Regno Unito) - hanno rappresentato il 62% del totale.

*"Non c'è dubbio che le emissioni di fertilizzanti azotati sintetici debbano essere ridotte, invece di aumentare, come attualmente previsto", ha dichiarato la Dott.ssa Reyes Tirado, dei Laboratori di ricerca di Greenpeace. "Il sistema agroalimentare globale si affida all'azoto sintetico per aumentare la resa dei raccolti, ma l'uso di questi fertilizzanti è insostenibile. Le emissioni potrebbero essere ridotte senza compromettere la sicurezza alimentare. In un momento in cui i prezzi dei fertilizzanti sintetici stanno*

salendo alle stelle, riflettendo la crisi energetica, ridurne l'uso potrebbe giovare agli agricoltori e aiutarci ad affrontare la crisi climatica”.

Quando i fertilizzanti azotati vengono applicati al suolo, una parte viene assorbita dalle piante e una parte viene utilizzata dai microrganismi del suolo, che producono N<sub>2</sub>O come sottoprodotto del loro metabolismo. L'azoto può anche finire per lisciviare dal sito. Secondo i ricercatori, la strategia più efficace per ridurre le emissioni è quella di ridurre l'eccesso di fertilizzazione, che attualmente si verifica nella maggior parte dei casi.

“Abbiamo bisogno di un programma globale per ridurre l'uso complessivo dei fertilizzanti e aumentare l'efficienza del riciclo dell'azoto nei sistemi agricoli e alimentari”, ha dichiarato il Dott. Stefano Menegat, dell'Università di Torino. “Possiamo produrre cibo a sufficienza per una popolazione in crescita con un contributo molto minore alle emissioni globali di gas serra, senza compromettere le rese”. Il cambiamento dei modelli alimentari verso una riduzione della carne e dei prodotti lattiero-caseari potrebbe svolgere un ruolo centrale. Tre quarti dell'azoto della produzione vegetale (espresso in termini di proteine e compresi i sottoprodotti della bioenergia) sono attualmente destinati alla produzione di mangimi per il bestiame a livello globale.

I dati dello studio, relativi al 2018, mostrano che il Nord America ha il più alto utilizzo annuale di fertilizzanti azotati per persona (40 kg), seguito dall'Europa (25-30 kg). L'Africa ha registrato il consumo più basso (2-3 kg). Il team di ricerca ha sviluppato il più grande set di dati disponibili a livello di campo sulle emissioni di N<sub>2</sub>O nel suolo. Sulla base di questi dati, ha stimato i fattori di emissione diretta di N<sub>2</sub>O a livello nazionale, regionale e globale, mentre ha utilizzato la letteratura esistente per trovare i fattori di emissione per le emissioni indirette di N<sub>2</sub>O nel suolo e per la produzione e il trasporto di fertilizzanti azotati.



### Premio Federchimica per oltre 1.700 piccoli chimici

Anche quest'anno, il Festival della Scienza, svoltosi lo scorso ottobre a Genova, ha ospitato la cerimonia conclusiva del “Premio Nazionale Giovani - sezione chimica di base e plastica” per la scuola primaria e secondaria di primo grado, in modalità digitale.

Giunto ormai alla XXV edizione, il concorso si propone di sensibilizzare i giovani sul contributo della chimica di base e della plastica rispetto al nostro benessere, alla qualità della nostra vita e ad un modello di sviluppo sostenibile.

Il concorso è promosso da Assobase e PlasticsEurope Italia - le Associazioni di Federchimica che rappresentano il comparto industriale della chimica di base e delle materie plastiche, dalla Società Chimica Italiana - l'Associazione scientifica che ha lo scopo di promuovere lo studio ed il progresso della chimica e delle sue applicazioni e da Amaplast - l'Associazione dei costruttori di macchine per la lavorazione delle materie plastiche e della gomma.

L'iniziativa è realizzata in collaborazione con l'Ufficio Scolastico regionale per la Lombardia - Ufficio scolastico territoriale di Milano.

Alla manifestazione hanno partecipato in video collegamento più di 1.700 vincitori, tra i 6 e i 14 anni, provenienti da 17 scuole di tutta Italia, dalle province di Ancona, Bari, Barletta-Andria-Trani, Belluno, Caserta, Catanzaro, Como, Cremona, Fermo, Milano, Napoli, Taranto, Treviso, Venezia.

I lavori presentati e premiati, manufatti, ricerche e video sulla chimica di base e sulla plastica, hanno particolarmente entusiasmato la Giuria che ne ha apprezzato l'elevata qualità, la creatività e, in molti casi, il grande impegno in tema di inclusività.

Durante l'evento è stata presentata la nuova edizione del Premio Nazionale Giovani, per sensibilizzare gli studenti sul contributo della chimica di base e della plastica rispetto, ad esempio, al benessere e alla qualità della vita e alle tante sfide che la società si trova ad affrontare, prima tra tutte quella della transizione ecologica, per una società sempre più sostenibile.

[I vincitori 2022](#)

[Nuovo regolamento](#)

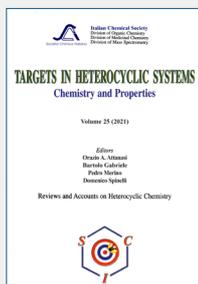
[Iscrizioni](#)

## LIBRI E RIVISTE SCI

### Targets in Heterocyclic Systems Vol. 25

È disponibile il 25° volume della serie "Targets in Heterocyclic Systems", a cura di Orazio A. Attanasi, Bortolo Gabriele, Pedro Merino e Domenico Spinelli

[http://www.soc.chim.it/it/libri\\_collane/th/s/vol\\_25\\_2021](http://www.soc.chim.it/it/libri_collane/th/s/vol_25_2021)



Sono disponibili anche i volumi 1-24 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](http://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 [segreteria@soc.chim.it](mailto:segreteria@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](http://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](http://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](mailto:simone.fanfoni@soc.chim.it)**