



La Chimica e l'Industria

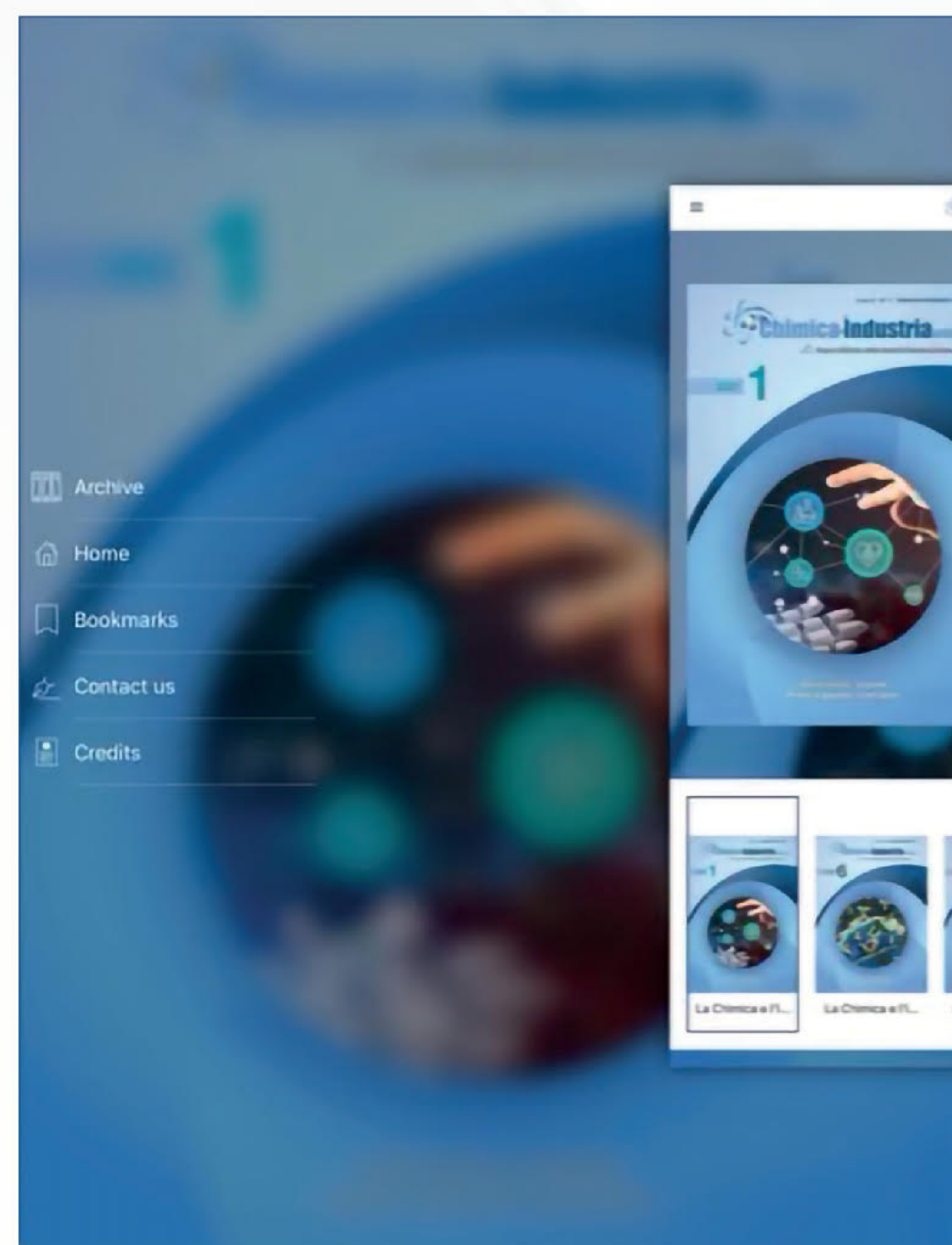
 Organo Ufficiale della Società Chimica Italiana

NEWSLETTER

n. 3/2022
aprile/maggio

ISSN 2532-182X

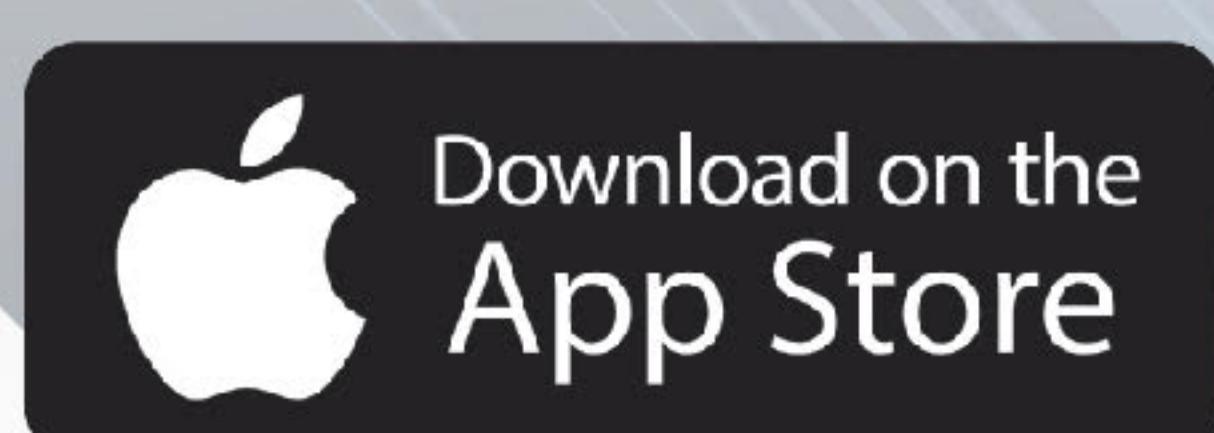
[Clicca qui per leggere La Chimica e l'Industria online n. 2/2022](#)



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 2 - Gli impianti di produzione di biometano in Italia

pag. 4

Carlo Giavarini, Ferruccio Trifirò

"NULLA SI CREA, NULLA SI DISTRUGGE, TUTTO SI TRASFORMA"

E LA TRANSIZIONE ENERGETICA

pag. 16

Paolo Zanirato

Ambiente

Luigi Campanella

pag. 20

Pagine di Storia

**LO ZUCCHERO MISTERIOSO. MEDICI E CHIMICI ALLA SCOPERTA
DELLA MALATTIA DIABETICA TRA SEICENTO E OTTOCENTO**

pag. 21

Marco Taddia

Recensioni

La mobilità elettrica

pag. 26

Gianfranco Pacchioni

Il lampo dell'elettrone

pag. 27

Marco Taddia

Notizie da Federchimica

pag. 29

Pills & News

pag. 35

Attualità

LE ALTERNATIVE AL METANO CHE ARRIVA CON I GASDOTTI DALL'ESTERO. Nota 2 - Gli impianti di produzione del biometano in Italia

Carlo Giavarini*, **Ferruccio Trifirò**

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

Il biometano si produce per purificazione del biogas ed è utile solo se è pressoché puro. A sua volta, il biogas considerato in questa nota si ottiene a partire da vari tipi di biomasse per digestione anaerobica. Sono qui riportate le biomasse di alimentazione e si descrivono i processi per ottenere biogas e biometano. I principali sottoprodotti sono il digestato, materiale liquido e solido che è utile per l'agricoltura, e la CO₂ che viene spesso smaltita in atmosfera ed in minor quantità purificata e utilizzata industrialmente. L'Italia è tra i primi Paesi produttori di biogas, con circa 2.000 impianti. La quantità di biometano prodotto, pure in forte crescita, è però ancora piccola. Sono, quindi, elencati gli impianti di produzione di biometano attivi in Italia, che per adesso sono 44, suddivisi per regione, indicando le biomasse utilizzate, l'anno di messa in marcia e le quantità prodotte.

Introduzione

Il biometano si produce per purificazione del biogas ottenuto da vari tipi di biomasse in particolare scarti agricoli, zootecnici, agro-industriali ed organici urbani ed è utile solo se è pressoché puro [1, 2] e la sua produzione è un classico esempio di economia circolare. Nella presente nota sono elencate le biomasse di alimentazione e sono descritti i processi per ottenere biogas e biometano. I principali sottoprodotti sono il *digestato* utile per l'agricoltura, e la CO₂ che viene spesso smaltita in atmosfera o in minor numeri di casi purificata e utilizzata industrialmente. L'Italia è il terzo paese in Europa ed il quinto nel mondo con circa 2000 impianti (84 % agricoli). Invece, la quantità di biometano prodotto, pure in forte crescita, è però ancora piccola. I problemi da superare per lo sviluppo sono essenzialmente legati alla burocrazia (per i permessi), alle dimensioni degli impianti, che necessitano di scale-up, e in alcuni casi alla contrarietà della cittadinanza vicina. Nella presente nota vengono anche



Tipico impianto di biogas

elencati gli impianti di produzione di biometano, già attivi in Italia o che stanno per andare in produzione nel 2022, suddivisi per regione. Varie matrici organiche (biomasse) introdotte all'interno di grandi contenitori e riscaldate in condizioni anaerobiche, danno origine attraverso l'azione batterica, al *biogas*. Esso è costituito prevalentemente da

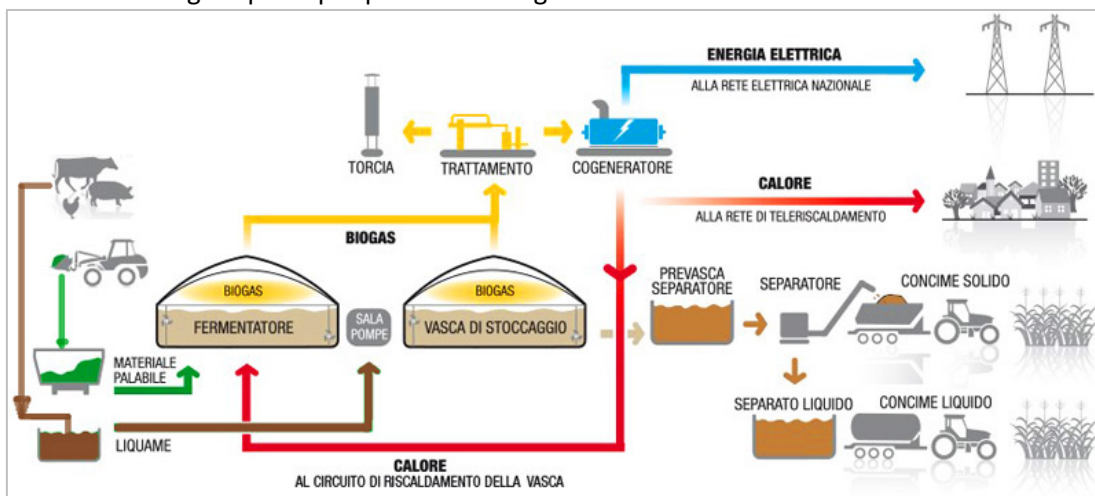
CH₄ e CO₂; altre sostanze presenti in minore percentuale sono ossido di carbonio, azoto, idrogeno e solfuro di idrogeno. Il biogas possiede un discreto potere calorifico e può essere convertito in calore e in elettricità. Il residuo della fermentazione è il *digestato*, un materiale liquido e solido ad alto valore agronomico, utilizzato come ammendante agricolo e per produrre fertilizzanti. Dal biogas si può ottenere, per depurazione (upgrading), il *biometano* costituito da CH₄ relativamente puro (98 al 99%) [1, 2]; in letteratura, comunque, si definisce come biometano un gas con una concentrazione di CH₄>95%. La definizione di *biometano avanzato* viene attribuita al prodotto ottenuto da soli materiali agricoli. Il comparto italiano del biogas nasce da una sinergia tra agricoltura (allevamenti e agroindustria) e rifiuti organici urbani selezionati, registrando investimenti pari a 4,5 miliardi di euro a partire dal 2008, con il risultato di avere fatto nascere circa 2000 impianti, secondo i dati del Consorzio Italiano Biogas (CIB); il numero esatto non è facilmente valutabile, data la presenza di numerosi “micro-impianti”, basati in genere su piccoli allevamenti.

Alcuni dati di produzione

Con una produzione di circa 1,7 miliardi di m³/a di biogas, l'Italia sarebbe, sempre secondo i dati CIB, il quinto Paese produttore del mondo, dopo Cina, USA, Germania e Inghilterra. Diverso è il discorso del biometano; infatti, in un documento del 30 gennaio 2022 [3] dell'AssoGasMetano Italiana sono riportati gli impianti di produzione in Europa, che sono oltre 1000, e quelli in Italia, dei quali ne sono riportati solo 27 (vedremo più avanti che sono di più) e producono 220 milioni di m³/a di biometano, che viene immesso nella rete nazionale del gas o utilizzato *in situ* per produrre Bio-GNL per autotrazione [4]. Per il biometano la dimensione degli impianti di biogas resta il maggiore problema per soddisfare le esigenze italiane ed europee. La produzione dovrebbe essere “scaled up” rapidamente; ciò potrebbe richiedere anche adeguamenti della legislazione. Le previsioni (ottimistiche) di CIB prevedono un aumento di produzione del biometano fino a 6,5 miliardi di m³ nel 2030 [5]. I progetti ci sono, i soldi pure ma anche... i freni: i tempi per le concessioni sono troppo lunghi (3-5 anni).

Le fasi di produzione di biogas e biometano

Nella presente nota si considerano le seguenti diverse fasi della produzione di biogas e di biometano: prelievo e pretrattamento delle biomasse, digestione anaerobica con produzione di biogas e di digestato, trattamento di purificazione del biogas a biometano e di trasformazione del digestato (che contiene azoto, fosforo e potassio, oltre a sostanza organica) in prodotti per l'agricoltura. Il biogas, che contiene essenzialmente CH₄ e CO₂, viene impiegato attualmente in gran parte per produrre energia e calore.



Schema di produzione e utilizzo del biogas

I fumi di combustione contengono la CO₂ già presente nel biogas, oltre all'emissione di CO₂ nella produzione del biometano. Solo una minima parte del biogas (quello proveniente da impianti di maggiori dimensioni) viene purificato in impianti di *upgrading* per produrre biometano al 98-99,5%, da immettere nella rete nazionale del gas, e per produrre Bio-GNL. La CO₂ contenuta nel biogas, dopo la separazione del metano, è in gran parte immessa nell'atmosfera e solo in pochi impianti è recuperata e purificata per essere utilizzata (CO₂ biogenica).

Le biomasse utilizzate per produrre il biogas

Per produrre il biogas si possono usare le seguenti biomasse [5-9]: la frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU); i fanghi fognari del trattamento di depurazione delle acque reflue urbane ed industriali; i reflui zootecnici, ossia il letame e i liquami di allevamenti bovini e suini; le deiezioni avicole (pollina) e di coniglio; in futuro anche i sottoprodotti delle bio-raffinerie e delle industrie chimiche che utilizzano biomasse come materie prime (per adesso c'è solo un esempio); i residui del giardinaggio e della gestione del verde e dell'orticoltura; le colture dedicate di secondo raccolto (prodotti su terreni lasciati liberi dalla coltura foraggiera), per esempio, il triticale prima della soia o il sorgo dopo il frumento, o il mais dopo l'orzo e dopo il pisello, o la sulla dopo il frumento, la barbabietola e il sorgo alternativo al mais; i sottoprodotti agro-industriali, ossia pastazzo (da scorze e semi dei frutti di agrumi destinati al processo di spremitura per la produzione di succhi), la sansa di oliva (rifiuti della produzione di olio di oliva), rifiuti del processo di vinificazione, il siero da latte rifiuto della produzione di formaggi e di altri derivati del latte ed i rifiuti della produzione di pomodoro ; scarti della lavorazione di carne e pesce; sottoprodotti dolciari, rifiuti del lavaggio di frutta e verdura; scarti della panificazione; rifiuti della silvicoltura; residui della pesca e dell'acquacoltura; produzioni di vegetali coltivati su terreni non adatti a colture per alimenti (zone marginali, aride e semiaride); utilizzo colture intercalari, ossia quando tra due colture principali, per esempio patate e cereali, si inserisce la coltivazione di specie a rapido sviluppo che occupa il suolo per breve tempo (ad es. erbacee da foraggio); paglia; alghe se coltivate su terra, in stagni o foto bioreattori. Questi esempi, di approvvigionamento di sostanza organica per la produzione di biogas, mostrano che non solo non si sottrae terreno utile per l'agricoltura, ma anzi si consente un utilizzo adeguato di prodotti e sottoprodotti di scarto. Ci sono alcune biomasse, in particolare i FORSU e altri scarti, che non passano dalla digestione anaerobica, ma sono messi in discariche attrezzate ed il biogas prodotto viene recuperato e va direttamente all'impianto di upgrading per produrre biometano.

La fase di pretrattamento

Le biomasse, prima di essere immesse nel digestore anaerobico, sono inviate ad un impianto di pretrattamento, che è diverso a seconda delle biomasse impiegate. Il pretrattamento consiste nella triturazione, omogeneizzazione e vagliatura, per togliere le impurità alla biomassa, che viene poi disgregata con l'aggiunta di acqua, per arrivare ad una sua concentrazione del 10-20% circa. Questo impianto di disgregazione della biomassa, che porta a un aumento del 50% della sua superficie specifica (e del volume di pori e micropori), viene chiamato di *cavitazione idrodinamica* [10].

L'impianto di digestione anaerobica

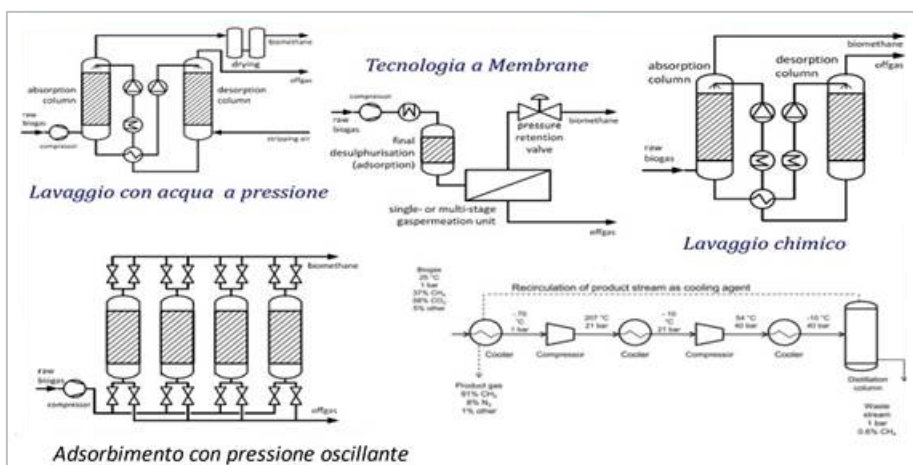
La sospensione organica contenente la biomassa viene inviata all'impianto di digestione anaerobica, che prende nomi diversi a seconda della concentrazione della biomassa in acqua [11]: *digestione umida* per una concentrazione <10%, *digestione semisecca* per una concentrazione tra 12% e 20%, e *digestione secca* per una concentrazione >20%. Inoltre, nel digestore sono inseriti tre tipi di batteri che operano in serie: a) nella prima fase i *batteri*

idrolitici che realizzano un primo stadio di idrolisi attraverso il quale il materiale particolato (substrati organici particolati o solubili, quali proteine, grassi e carboidrati) viene trasformato in composti solubili (acidi grassi volatili, chetoni, alcoli); b) in una seconda fase i *batteri acidogeni* realizzano la degradazione degli amminoacidi, degli zuccheri e di alcuni acidi grassi, producendo essenzialmente acido acetico, idrogeno e anidride carbonica; in una terza fase operano i *batteri metanigeni* che trasformano i composti precedenti in CH₄ e CO₂.

In pratica, sono attivi due tipi di digestione anaerobica ottimale: *digestione mesofila* a circa 35 °C, che richiede da 16 a 30 giorni, utilizzando *batteri mesofili*; *digestione termofila* che opera a circa 55 °C e che richiede 14-16 giorni, utilizzando *batteri termofili*. Il biogas ottenuto dai processi di digestione ha una composizione variabile, a seconda della biomassa e del tipo di trattamento: CH₄ 50-75%, CO₂ 25-45%, H₂O 2-7%, oltre a <5% di altri gas (H₂, N₂, H₂S, NH₃) [12]. Il biogas viene in gran parte utilizzato per produrre energia elettrica e termica; in pochi impianti anche per produrre biometano; il sottoprodotto digestato viene separato in una frazione solida e una liquida [13]. La frazione solida viene miscelata con materiale verde (sfalci e patate) e inviata a un impianto di compostaggio, dove viene sottoposta a un trattamento con batteri aerobici per ottenere un ammendante-fertilizzante per le coltivazioni agricole; la frazione liquida può essere utilizzata come fertilizzante, o purificata per produrre acqua pulita, che è riutilizzata *in situ*; i residui tornano in genere a monte del digestore. Esiste però anche una tecnologia (Biosip) [14] (realizzata recentemente in un solo impianto) che trasforma il digestato, tramite pastorizzazione e osmosi inversa, in un combustibile solido e in acqua deionizzata, utilizzabile nell'industria e nell'agricoltura; quindi non vengono più prodotti ammendanti e fertilizzanti come in tutti gli altri impianti esistenti.

L'impianto di upgrading

Negli impianti più grandi e attrezzati, il biogas è inviato alla sezione di *upgrading* (purificazione), direttamente e senza nessun pretrattamento. Per arrivare a una concentrazione di metano del 98-99,5%, l'*upgrading* del biogas consiste nelle seguenti fasi: deidratazione, desolfurazione, eliminazione di CO₂ e rimozione degli altri componenti indesiderati; in alcuni casi, anche eliminazione delle sostanze odorogene.



Tecnologie per l'eliminazione della CO₂

Le diverse tecnologie utilizzate per la eliminazione della CO₂ possono essere così riassunte [14-16]:

- 1) lavaggio con acqua sotto pressione, senza purificazione preliminare;
- 2) assorbimento fisico della CO₂ con solventi della famiglia dei glicoli polietilenici o di altro tipo;

- 3) assorbimento chimico con etanolammine;
- 4) utilizzo di membrane che permettono la separazione della CO_2 dal CH_4 ; prima è però necessario eliminare H_2S e altri contaminanti (con filtri a carbone attivo) e togliere H_2O (per raffreddamento del biogas), perché potrebbero alterare le membrane;
- 5) adsorbimento a pressione oscillante (PSA) per adsorbire e desorbire la CO_2 su carbone attivi o zeoliti; anche in questo caso occorre un pretrattamento per eliminare H_2S e H_2O , che disattiverrebbero l'adsorbente.



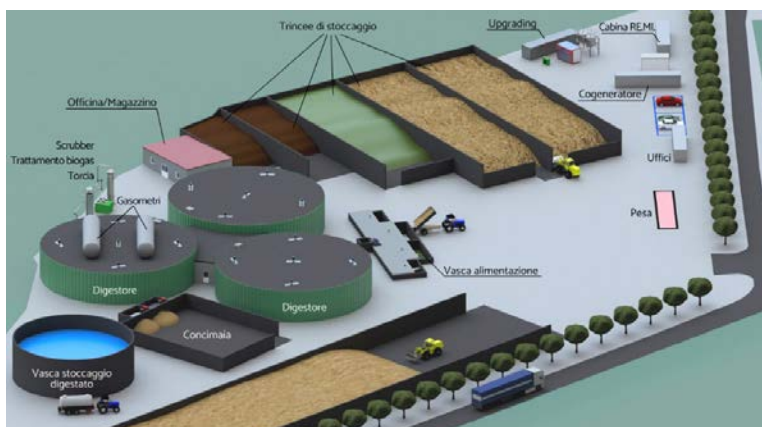
Biogas da residui di prodotti agricoli (Leoni)

La CO_2 separata dal metano viene in alcuni casi recuperata e purificata per essere utilizzata per scopi industriali e alimentari, ma in maggioranza oggi è immessa nell'atmosfera.

Infine, il biogas che proviene direttamente dalle discariche, ossia che non è prodotto dal digestore anaerobico, ha una composizione diversa (CH_4 30-40%, CO_2 15-50%, N_2 5-40% oltre a H_2S e H_2O) e necessita nella fase di upgrading un trattamento per separare anche l'azoto [17].

Gli impianti per la produzione di biometano in Italia

Sono indicati di seguito gli impianti di produzione di biometano attivi in Italia. Come sopra detto, nel recente documento di AssoGasMetano [3] (dove è riportato un elenco degli impianti di produzione di biometano in Europa, con dati relativi all'ottobre 2021), sono elencati 27 impianti attivi in Italia, con una produzione totale di 220 milioni di m^3 . In questa nota ne riportiamo 44, che sono attualmente attivi e sono: oltre i 27 presenti nel documento di AssoGasMetano, 9 impianti sperimentali o piccoli impianti realizzati nel passato, che per la loro bassa produzione molto probabilmente non erano stati inseriti fra i primi 27 del precedente documento, e 8 impianti inaugurati negli ultimi mesi del 2021 o nei primi mesi del 2022. Inoltre, sono riportati altri 14 impianti che dovrebbero sicuramente andare in marcia nel 2022 ed altri 5 di cui ci sono proposte di realizzazione, ma che non è sicuro se andranno in marcia. In un recente articolo è stato riportato che gli impianti attivi di produzione di biometano alla fine del 2021 erano 54,



Organizzazione di un impianto di biogas da agronomia

quindi è possibile che ci siano altri impianti attivi non riportati in questa nota [18]. È comunque previsto che nel prossimo futuro saranno realizzati nuovi impianti di biometano in varie regioni italiane. È utile ricordare che basta scrivere sul web il nome della località, seguita da produzione di biometano, per trovare tutte le informazioni sugli impianti riportati in questa nota.

Produzione di biometano in Lombardia

A Montello (BG) è in marcia dal giugno 2017 un impianto alimentato da FORSU che produce 32 milioni di m³/a di biometano; è stato il primo realizzato in Italia che ha inviato il metano nella rete nazionale del gas; la CO₂ viene recuperata e utilizzata per usi industriali e alimentari.

A Bresso-Niguarda (MI) è in marcia dall'aprile 2019 un impianto alimentato dai fanghi reflui del locale depuratore che raccoglie acque civili, industriali e meteoriche; l'impianto produce 0,765 milioni di m³/a di biometano ed è stato il primo realizzato in Italia ad utilizzare questo tipo di alimentazione.

Ad Olgiate Olona (VA) è in marcia dal maggio 2019 un impianto alimentato da FORSU, che produce 5 milioni di m³/a di biometano.

A Corbetta (MI) è in marcia dal dicembre 2019 un impianto alimentato da liquami di suini e biomasse di secondo raccolto (mais, orzo, sorgo, triticale, mirtili e pomodoro); è stato il primo impianto in Italia a utilizzare rifiuti zootecnici e produce 3,85 milioni di m³/a di biometano.

A Verolanuova (BS) è in marcia dal settembre 2020 un impianto alimentato da residui e sottoprodotti agricoli, reflui zootecnici e colture intercalari, che produce 2,7 milioni di m³/a di biometano.

In Valtellina (SO) è in marcia dal dicembre 2020 un impianto alimentato da effluenti zootecnici e sottoprodotti agricoli, che produce 2000 t/a di Bio-GNL (ottenuto da 2,9 milioni di m³/a di biometano); questo impianto è stato il primo a produrre Bio-GNL in Italia, mentre la CO₂ purificata è venduta a un'azienda di acque minerali.

A Villanova del Sillaro (LO) è in marcia dal dicembre 2020 un impianto alimentato da FORSU, che produce 1,7 milioni di m³/a di biometano, che è poi convertito in Bio-GNL.

Ad Albairate (MI) è in marcia dal febbraio 2021 un impianto alimentato da FORSU, che produce 7 milioni di m³/a di biometano, che è poi trasformato in parte in Bio-GNL.

A Verolanuova (BS) è in marcia dal giugno 2021, un impianto alimentato da sottoprodotti agricoli (triticale e sorgo) e da effluenti zootecnici (residui bovini e avicoli), che produce 1800 t/a di GNL (ottenuto da 2,55 milioni di m³/a di biometano).

A Cingia dei Botti (CR) è in marcia dal giugno 2021 un impianto alimentato da reflui zootecnici di allevamenti bovini e da scarti agricoli, che produce 2,808 milioni di m³/a di biometano.

A Carbonara del Ticino (PV) è in marcia dall'agosto 2021 un impianto alimentato da liquame suino mescolato con biomasse vegetali (orzo e mais), che produce 4,25 milioni di m³/a di biometano.

A Legnano (MI) è in marcia dal marzo 2022 un impianto alimentato da FORSU e, in minor quantità, da rifiuti verdi, che produce 4 milioni di m³/a di biometano.

A Marcallo con Casone (MI) è stato inaugurato nel marzo 2022, ma andrà in marcia negli ultimi mesi del 2022, un impianto alimentato dalla frazione umida dei rifiuti, che produrrà 4 milioni di m³/a di biometano e coprodurrà anche un combustibile solido, ottenuto con un nuovo trattamento del digestato (il primo in Italia), invece di produrre un ammendante solido, ed acqua purificata con la tecnologia BIOSIP.

A Cella Dati (CR) andrà in marcia nel 2022 un impianto alimentato da effluenti zootecnici e rifiuti vegetali, e che produrrà 4,25 milioni di m³/a di biometano.

A Rivarolo del Re (CR) andrà in marcia alla fine del 2022 un impianto alimentato da scarti agricoli, e che produrrà 2000t/a di Bio-GNL.

A Sesto San Giovanni (MI) andrà in marcia nell'autunno 2022 un impianto alimentato dal FORSU che poi, nel 2023, sarà anche alimentato dai fanghi di depurazione delle acque (e sarà il primo in Italia ad utilizzare questa biomassa e il secondo in Europa); esso che produrrà 1,865 milioni di m³/a di biometano.

A Borgo Mantovano (MN) andrà in marcia nel 2022 un impianto alimentato da FORSU che produrrà 2 milioni di m³ di biometano.

Produzione di biometano in Piemonte

Ad Ozegna (TO) è in marcia dal marzo 2016 un impianto alimentato da reflui zootecnici (deiezioni animali) e residui vegetali che produce un milione di m³/anno di biometano.

A Novi Ligure (AL) è in marcia dal luglio 2020 un impianto sperimentale alimentato dal gas della locale discarica dei rifiuti (con tecnologia brevettata), che produce 365 t/a di Bio-GNL ottenuto da 0,156 milioni di m³/a di biometano; questo impianto dovrebbe arrivare a produrre 3650 t/a di Bio-GNL nel prossimo futuro.

Ad Acea Pinerolese (TO) è in marcia dal settembre 2020 un impianto alimentato da FORSU, che produce 7,6 milioni di m³/a di biometano; nel 2014 era stato preliminarmente realizzato un impianto pilota da ricercatori del Politecnico, del Centro Ricerche Fiat, dell'Environment Park e dell'azienda Hysyech.

A Candiolo (TO) è in marcia dal dicembre 2020 un impianto alimentato da effluenti zootecnici e sottoprodotti agricoli (uno dei primi impianti che ha utilizzato rifiuti zootecnici), che produce 3000 t/a di Bio-GNL e CO₂ criogenica (venduta per scopi industriali e per produzione di acque minerali).

A Tortona (AL) è in marcia dal gennaio 2021 un impianto alimentato da Forsu, fanghi e frazione lignocellulosica, che produce 2,8 milioni di m³/a di biometano.

A Santhià (VC) è in marcia dall'ottobre 2021 un impianto alimentato da Forsu, che produce 5 milioni di m³/a di biometano.

A Pianezza (TO) andrà in marcia, probabilmente nel 2022, un impianto alimentato da FORSU, per produrre 4 milioni di m³/a di biometano.

Produzione di biometano in Veneto

A Lugo di Campogna Lupia (VE) è in marcia dal giugno 2019 un impianto alimentato da scarti agricoli (fieno) e in minor misura da letame, che produce 12 milioni di m³/a di biometano; in futuro, sarà recuperata la CO₂ e verrà liquefatta una parte del biometano.

Ad Este (PD) è in marcia dal luglio 2019 un impianto alimentato da FORSU, che produce 17 milioni di m³/a di biometano.

A Lovadina di Spresiano Trevignano (TV) è in marcia dal dicembre 2019 un impianto alimentato da FORSU, che produce 4 milioni di m³/a di biometano.

A Bottrighe (RO) è in marcia dal luglio 2020 un impianto alimentato dai sottoprodotti della produzione di biobutandiolo (ottenuto per fermentazione di zuccheri presso l'industria chimica Novamont). Questo impianto è il primo in Italia che utilizza rifiuti dell'industria chimica per generare biometano; produrrà 3,8 milioni m³/a di biometano e anche CO₂ per usi industriali.

A Cà del Bue (VR) è andato in marcia nel marzo 2022 un impianto alimentato da Forsu, che produce 3 milioni di m³/a di biometano.

A Barbarano Mossano (VI) andrà in marcia nel 2022 un impianto alimentato da rifiuti dell'industria casearia per produrre 8,5 milioni di m³/a di biometano, oltre a CO₂ per usi alimentari.

Produzione di biometano in Trentino-Alto Adige

A Cadino (TN) è in marcia dal luglio 2021 un impianto alimentato da FORSU, che produce 2 milioni m³/a di biometano.

Produzione di biometano in Friuli-Venezia Giulia

A Maniago (PN) è in marcia dal giugno 2019 un impianto alimentato da FORSU e da rifiuti verdi, che produce 25 milioni di m³/a di biometano, oltre a CO₂ purificata per usi alimentari.

Produzione biometano in Liguria

A Monte Scarpino (GE) è in marcia dalla fine del 2020 un impianto alimentato dal biogas della locale discarica di rifiuti (il primo in Italia), che produceva all'inizio 2 milioni di m³/a di biometano; adesso produce 3,5 milioni di m³/a e, a regime, produrrà 5,5 milioni di m³/a.

A Cairo Montenotte (SV) è in marcia dall'ottobre 2021 un impianto alimentato da FORSU e da rifiuti di verde (sfalci e potature), che produce circa 6 milioni di m³/a di biometano.

Produzione di biometano in Emilia-Romagna

È utile riportare due notizie di inaugurazioni di impianti pilota storici realizzati in questa regione: a San Giovanni in Persiceto (BO) nel 2009 era stato inaugurato il primo impianto pilota in Italia di produzione di biometano per upgrading del biogas ottenuto da rifiuti zootecnici, da residui agroindustriali e da colture dedicate (mais, triticale); tuttavia non è stato mai costruito l'impianto industriale in situ, ma in altri luoghi, mentre la produzione di biogas è ancora attiva; a Soliera (MO) nel ottobre 2017 è stato realizzato un impianto chiamato "bi-stadio" (un digestore anaerobico a due stadi), il primo in Europa che produce biogas, idrogeno e biometano a partire da reflui zootecnici.

A Finale Emilia (MO) è in marcia dal 30 ottobre 2018 un impianto alimentato da FORSU, rifiuti agro-industriali, scarti verdi e potature, che produce oltre 3 milioni di m³/a di biometano.

A Santagata Bolognese (BO) è in marcia dal novembre 2018 un impianto alimentato da FORSU e scarti vegetali e di potature, che produce 7,5 milioni di m³/a di biometano.

A Bosco Gerolo (PC) è in marcia dal marzo 2022 un impianto alimentato da rifiuti zootecnici, che produce 0,68 milioni di m³/a di biometano.

A Sarmato (PC) è in marcia dal maggio 2019 un impianto alimentato da FORSU, che produce 5 milioni di m³/a di biometano e acqua depurata (invece che fertilizzante liquido).

A Roncocesi (RE) è in marcia dal settembre 2019 un impianto sperimentale alimentato da fanghi di depurazione di acque reflue, che produce 0,25 milioni di m³/a di biometano, utilizzato per l'autotrazione in un distributore locale; questo impianto è stato il primo in Italia ad utilizzare questa materia prima.

A Ravenna è in marcia dal novembre 2019, un impianto sperimentale alimentato da biogas generato dai rifiuti della locale discarica, che produce 0,3 milioni di m³/a di biometano per l'autotrazione locale; questo impianto è stato il primo in Italia che ha utilizzato questa biomassa.

A Faenza (RA) è in marcia dal dicembre 2019 un impianto alimentato da scarti e sottoprodotti del settore agro-industriale (reflui delle attività di distillazione e della filiera lattiero-casearia, dolciaria, alimentare); questo impianto è stato il primo in Italia a utilizzare queste biomasse e produce 12 milioni di m³/a di biometano; inoltre, nel 2020, è stato avviato un impianto di purificazione della CO₂ al fine di utilizzarla.

A Codigoro (FE) è in marcia dal novembre 2020 un impianto alimentato da rifiuti di paglia (trattati a 170 °C prima di andare al digestore, per rompere i legami forti della lignina), che produce 3 milioni di m³/a di biometano.

A Spilamberto (MO) andrà in marcia nel 2022 un impianto alimentato da FORSU, che produrrà 3,7 milioni di m³/a di biometano.

A Gavassa (RE) andrà in marcia ad ottobre 2002 un impianto alimentato da FORSU, che produrrà 9 milioni di m³/a di biometano.

Produzione di biometano in Toscana

A Scapigliato (LI) andrà in marcia un impianto alimentato da FORSU che produrrà 6,5 milioni di m³/a di biometano e anche CO₂ purificata, che sarà utilizzata da industrie vicine; nel settembre 2021 l'azienda che gestirà l'impianto ha ricevuto il premio Pimby Green, promosso da FISE Assoambiente, per la realizzazione di questo progetto.

A Montespertoli (FI) andrà in marcia nel 2022 un impianto alimentato da FORSU e scarti verdi (per esempio patate) per produrre 11 milioni di m³/a di biometano e CO₂ per usi alimentari; è utile sottolineare il biodigestore anaerobico di questo impianto sarà il più grande d'Italia.

A Peccioli (PI) andrà in marcia, sembra alla fine del 2022, un impianto alimentato da FORSU e da rifiuti verdi, che produrrà 7,5 milioni di m³/a di biometano.

Produzione di biometano in Umbria

A Foligno (PG) è in marcia dal maggio 2018 un impianto alimentato da FORSU che produce 4 milioni di m³/a di biometano.

Produzione di biometano in Lazio

Ad Anzio (RM) è in marcia dal maggio 2020 un impianto alimentato da FORSU e da scarti vegetali, che produce 3,5 milioni di m³/a di biometano.

Produzione di biometano nelle Marche

Ad Ostra (AN) andrà in marcia verso la fine del 2022 un impianto alimentato da FORSU e rifiuti di verde (sfalci e patate), che produrrà 3 milioni di m³/a di biometano.

Produzione biometano in Abruzzo

A Mosciano Sant'Angelo (TE) forse andrà in marcia nel 2022 (per adesso è in fase di costruzione) un impianto alimentato da FORSU e da scarti dell'agricoltura, che produrrà 3,0 milioni di m³/a di biometano.

A Collarmele (AQ) era andato in marcia nel 2021 (ma è stato fermato per problemi ambientali) un impianto che era alimentato da sottoprodotti agricoli, che avrebbe prodotto 4,76 milioni di m³/a di biometano; non è chiaro quando e se entrerà in funzione di nuovo; si sta aspettando una risposta del Consiglio di Stato.

Produzione di biometano in Molise

A Guglionesi (CB) è in marcia dal gennaio 2020 un impianto alimentato da FORSU e da scarti di lavorazioni agricole, che produce 2,55 milioni m³/a di biometano.

Produzione di biometano in Puglia

A Modugno (BA) è in marcia dal marzo 2022 un impianto di produzione di biometano, che è stato il primo ad essere alimentato solo dalla frazione liquida del trattamento del FORSU (perché c'era maggiore interesse a produrre biofertilizzanti), che produce 1,9 milioni di m³/a di biometano.

Produzione di biometano in Basilicata

A Venosa (PZ) è andato in marcia nel 2021 un impianto alimentato da scarti della produzione di olio e di passata di pomodoro, che produce 4,25 milioni di m³/a di biometano.

Produzione di biometano in Campania

A Santagata de' Goti (BN) sarebbe dovuto andare in marcia un impianto di produzione di biometano alimentato da FORSU per produrre 6,2 milioni di m³/a di biometano, ma non è chiaro se partirà nel 2022.

Ad Acerra (NA) sarebbe dovuto andare in marcia un impianto alimentato da FORSU per produrre 4,25 milioni di m³/a di biometano, ma non è chiaro se sarà realizzato nel 2022.

A Caivano (NA) sarebbe dovuto andare in marcia un impianto alimentato da FORSU per produrre 5,22 m³/a milioni di biometano, ma non è chiaro se ciò accadrà nel 2022.

Produzione di biometano in Calabria

A Rende (CS) è in marcia dal settembre 2018 un impianto (il primo del centro-sud) alimentato da FORSU, che produce 4,5 milioni di m³/a di biometano.

Produzione di biometano in Sardegna

A Olbia andrà in marcia, probabilmente nel 2022, un impianto alimentato da FORSU, da residui e scarti agroindustriali e da biomasse ottenute da colture energetiche (tipo le alghe), che produrrà 2,55 milioni m³/a di biometano, molto probabilmente Bio-GNL da utilizzare per il trasporto locale e di navi.

Produzione biometano in Sicilia

Ad Assoro (EN) è in marcia dal settembre 2020 un impianto alimentato da scarti agricoli, colture dedicate di secondo raccolto, deiezioni avicole, rifiuti agricoli industriali (lavorazione delle arance, sansi di oliva, succhi di frutta e scarti di panificazione), che produce 4,4 milioni di m³/a di biometano; questo impianto è stato il primo impianto in Sicilia che ha utilizzato materie prime agricole e uno dei primi in Italia.

A Caltanissetta è in marcia dal dicembre 2021 un impianto alimentato da FORSU, che produce 3,6 milioni di m³/a di biometano.

A Marsala (TP) andrà in marcia negli ultimi mesi del 2022 un impianto alimentato da FORSU per produrre 4,2 milioni di m³/a di biometano.

Considerazioni conclusive

Con un alto tasso di crescita, l'Italia è tra i primi Paesi del mondo per diffusione di impianti di biogas, spesso però di modeste dimensioni, ma solo una piccola parte di essi (attualmente 44 quelli riportati in questa nota) già effettua trattamenti per ottenere dal biogas metano pressoché puro. Il biometano è utile solo se è "di qualità". In alcuni casi si arriva anche alla produzione di Bio-GNL e alla purificazione della CO₂, separata e impiegata per usi alimentari ed industriali. Le previsioni di crescita per il biometano sono ottimistiche: l'Agenzia GSE (Gestore Servizi Energetici) ha recentemente riportato [19] che si pensa di arrivare a 6,5 miliardi di m³/a di biometano entro il 2030. Ciò porterebbe un contributo significativo alla produzione di metano in Italia, in aggiunta a quello estratto e a quello importato via tubo o come GNL.

L'utilizzo del biogas tal quale comporta l'emissione di discrete quantità di CO₂, in particolare quelle prodotte dalla combustione del metano e quelle contenute nel biogas stesso, ma bisogna tenere conto che non provengono da fossili e quindi non vanno contro le restrizioni europee. La produzione del biogas porta un contributo energetico limitato alla zona di produzione, ma ha comunque il grande vantaggio di ridurre la quantità di materiali inviati in discarica.

La purificazione del metano contenuto nel biogas apre un orizzonte energetico molto più ampio, che permette di immettere CH₄ nella rete nazionale, riducendo la dipendenza dalle importazioni dall'estero.

Un contributo decisivo ai nostri fabbisogni di metano potrà però venire solo dallo sviluppo di impianti di maggiori dimensioni, attrezzati per la separazione e lo smaltimento (o/e riutilizzo) della CO₂; si lavora anche per diminuire le emissioni odorigene, che creano preoccupazioni agli abitanti vicini agli impianti.

Un recente articolo scientifico dal titolo "*A circular economy model based on biomethane: what are the opportunities for the municipality of Rome and beyond?*" ha analizzato il ruolo della produzione di biometano da realizzare nel Comune di Roma, come esempio di una transizione verde che utilizza materie prime rinnovabili e rifiuti urbani [20].

Non si può infine dimenticare che nel PNRR ci sono 2 miliardi di euro per aumentare la produzione di biometano e che il Presidente Draghi ha recentemente confermato che

dobbiamo investire sullo sviluppo del biometano, coerentemente con gli obiettivi del PNRR. Il PNRR, infatti, punta molto sul biometano, incentivando sia la creazione di nuovi impianti, sia la conversione di quelli esistenti di biogas [21].

In una recente comunicazione dell'European Biogas Association (EBA) è stato ricordato che il gas fossile, a metà febbraio, era valutato 80 euro al MWh (mentre l'11 aprile ha raggiunto la quota di 139 euro), a fronte di un prezzo dichiarato per il biometano di 55 euro per MWh: questo fa sperare in un aumento della produzione di biometano [22]. Inoltre, in una dichiarazione del 21 aprile 2022 [23], Paolo Gallo, amministratore delegato di Italgas, ha ricordato che ci sono in Italia 50 impianti di produzione di biometano che sono da anni in attesa di un'autorizzazione per essere costruiti e ha ricordato che in Italia si potrebbe arrivare a produrre 8 miliardi di m³/a di biometano.

Infine, è del 28 aprile la notizia che fa sperare per il futuro del biometano: si è tenuto a Roma un convegno dal titolo molto significativo, "Biogas e biometano: la risposta agricola alla crisi energetica", dove era presente il presidente della Commissione Agricoltura della Camera e come relatori l'amministratore unico del GSE, il presidente del CIB ed un dirigente del Dipartimento Energia del Ministero della Transizione ecologica [24].

BIBLIOGRAFIA

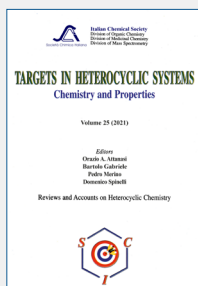
- [1] [CIB e-book: Impianti a biomassa e valore per l'intera filiera.](#)
- [2] [Cos'è il biometano e quali sono i suoi vantaggi - IES biogas: IES biogas](#)
- [3] [Biometano: Mappa Impianti Italia e Europa - Assogasmetano](#)
- [4] [Il biometano \(Snam.it\)](#)
- [5] [Utilitalia - Notizia | Biogas Italy 2021](#)
- [6] [Impianti Biogas Da Biomasse Agricole | IDRO GROUP S.R.L.](#)
- [7] [Impianti Biogas da rifiuti | IDRO GROUP S.R.L.](#)
- [8] [Biogas Biomasse utilizzabili per la produzione di biogas: disponibilità e rese energetiche \(nextville.it\)](#)
- [9] <https://www.biobang.com/web/biogas-vantaggi-e-svantaggi/>
- [10] [Pretrattamento - IES Agri&Farm - IES biogas: IES biogas](#)
- [11] https://www.nextville.it/Biogas/554/La_digestione_anaerobica
- [12] [digestione-anaerobica-e-produzione-di-biogas.pptx \(live.com\)](#)
- [13] [Il compost: fasi e tecniche di compostaggio - Rivista di Agraria.org](#)
- [14] [Brevetto Biosip | Agatos Energia Srl](#)
- [15] [Dal Biogas al Biometano tecnologie di upgrading. Technische Universitat Wien](#)
- [16] [Ascopiave Purificazione di upgrading del biogas a biometano Veneto agricoltura](#)
- [17] [Business case: Biometano da discarica - IGW srl](#)
- [18] [Biogas e biometano: cosa, come, dove - Energia \(rivistaenergia.it\)](#)
- [19] [Il GSE ha aggiornato i contatori biometano per il periodo gennaio-dicembre 2021 - Federmetano](#)
- [20] I. D'Adamo, P.M. Falcone, D. Huisinigh, P. Morone, *Renewable Energy*, 2021, **163**, 1660.
- [21] <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/biometano-italiano-pnrr-transizione-energetica>
- [22] [Il biometano diventa meno costoso di quello fossile - TrasportoEuropa](#)
- [23] [Gas: Gallo, biometano determinante per sostituire quello russo - Energia - ANSA.it](#)
- [24] [Caro energie, biogas e biometano sempre più strategici - Terra e Vita \(edagricole.it\)](#)

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/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), 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

VETRINA SCI

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



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

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

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



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

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



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

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

Attualità

“NULLA SI CREA, NULLA SI DISTRUGGE, TUTTO SI TRASFORMA”^{*} E LA TRANSIZIONE ENERGETICA

Paolo Zanirato

paolo.zanirato@unibo.it

Una rapida stima delle incidenze ecoambientali ed energetiche nell'antropocene. Errori commessi nell'utilizzo esclusivo dei fossili e del nucleare, per il soddisfacimento dei beni primari, possono essere mitigati con importanti transizioni energetiche, investimenti su fonti rinnovabili e migliore razionalizzazione territoriale (diversificazione ed integrazione) delle fonti energetiche.



“Nothing is created, nothing is destroyed, everything is transformed” and the energy transition

A quick estimate of incidences eco-environmental in the anthropocene. Mistakes made with the exclusive use of fossils and nuclear, for the satisfaction of primary goods, can be mitigate with the contemporary introduction of renewable sources and innovative technology applied to important financial energy transitions.

La legge della conservazione della massa, o di Lavoisier, è una delle leggi più ricorrenti in tutti i campi delle scienze dinamiche, eppure spesso si sottovaluta l'enorme importanza fattuale di una reazione nella quale la materia cambia le sue proprietà trasformandosi. In modo particolare quando applicata ad importanti transizioni eco-ambientali; per esempio l'utilizzo dei fossili (carbone, petrolio e gas) come fonti termo-energetiche, oppure lo studio e l'applicazione di altre fonti in loro sostituzione (nucleare, rinnovabili, tecnologie elettrochimiche).

Paesi e/o compagnie fornitori di petrolio e derivati (OPEC) sono stati determinanti dopo la seconda guerra mondiale [1] nella regolazione del costo del greggio o dell'approvvigionamento delle materie prime - recuperandole a basso costo da madre natura - e immettendole nel mercato dell'energia. Poiché nell'antropocene - nel gennaio 2022 la popolazione mondiale ha raggiunto 8 Mld di persone e, se la progressione sarà mantenuta, nel 2050 è prevista una crescita a 9,8 Mld [2] - l'acquisizione delle fonti energetiche - soprattutto la termica e il movimento (trasporto) - così come quelle dell'alimentazione, che sono le due necessità umane

^{*} L'enunciato è ascrivito ad Antoine-Laurent Lavoisier, chimico e fisico francese vissuto dal 1743 al 1794, ma le origini sono presumibilmente attribuibili ad alchimici greci. Alla sua famiglia è dedicata la mostra temporanea «I signori de Lavoisier» allestita al Magmax (Museo Astense di Geologia, Mineralogia, Arte Mineraria, Cristallografia) di Corso Alfieri 360, Asti.

primarie - saranno sempre più necessarie e l'alleanza ed il conflitto tra uomo e natura sarà ancora maggiore e in grado di cambiare in modo radicale la morfologia del pianeta terra.

La rinuncia al carbone intorno al 1965 da parte dei Paesi industrializzati, o quantomeno la sua radicale diminuzione, oltre al beneficio della pulizia delle città e dei polmoni umani, ha contribuito allo sviluppo dell'impiego del nucleare come fonte energetica, che in contrapposizione, ha generato il problema sia della gestione dei reattori, sia quello della denuclearizzazione delle scorie [3]. Sono noti alcuni disastri, che rendono *un problema fondamentale* la distruzione dei siti contaminati e hanno orientato negativamente l'opinione pubblica nei confronti di questa fonte energetica [4]. La Francia - che assieme all'Italia ed alla Germania sono tra i 197 Paesi che hanno firmato l'ultimo patto sui cambiamenti climatici di Glasgow del 2021 [5] - è rimasto il solo Paese industrializzato quasi esclusivamente dipendente dal nucleare come fonte energetica. La Germania, per decisione governativa ed industriale nel 2000, e l'Italia, con referendum abrogativo del 1987, hanno abbandonato l'energia nucleare.

Il difficile equilibrio della ripresa economica del dopo pandemia Covid-19, la transizione



geopolitica, i cambiamenti climatici, la crisi ambientale unitamente alla crisi politico-bellica in Ucraina hanno contribuito al ripensamento anche sull'uso indiscriminato delle fonti energetiche fossili. Tra le nazioni più attive è la Cina che nel 2022 aumenterà del 6% la sua produzione di carbone, mentre in controtendenza fonti indiane indicano, entro il 2030, in ca. 5 Mln di tonnellate la produzione di H₂ da fonti rinnovabili con la

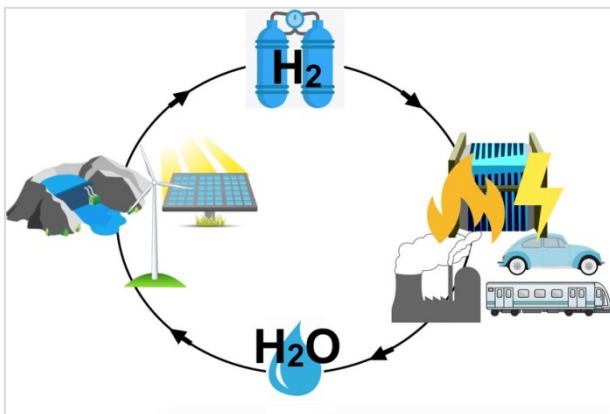
'Strategia nazionale dell'idrogeno verde' [5].

In Italia, il cui fabbisogno energetico è importato per il 73%, la domanda di energia nel 2020 si è ridotta del 9%, ma con un leggero incremento sia del gas, sia delle rinnovabili rispetto alle altre fonti. Nel dettaglio l'Italia supplisce l'energia con il 40% di gas naturale, il 33% di petrolio ed il 20% da fonti rinnovabili (RES, Renewable Energy Sources), mentre il petrolio ha subito un calo pesante [6]. Report annuali dedicano approfonditi studi ai rischi delle variazioni climatiche incluso il risvolto economico per unità energetica.

La transizione ecologica [7] promo(/e)ssa a Glasgow, Cop 26, le decisioni sulla mitigazione dei valori dei cambiamenti climatici, unitamente ad altre questioni non chiare, ha prodotto un costo più elevato dei carburanti [8.] In un recente articolo su *Chemistry World* della RSC, Angeli Mehta [9] rivela da parte delle varie industrie dell'Opec la promessa di una riduzione delle emissioni inquinanti. Gli aspetti negativi prodotti dalla combustione dei fossili possono essere superati parzialmente con la ricerca e l'innovazione; ad esempio una discreta decarbonizzazione è stata recentemente raggiunta sia con l'introduzione di filtri, sia via reazione chimica con derivati amminici per la produzione di fito-farmaci e altro [10]. Ciò, unitamente al costo per unità energetica mantenuto accessibile e la disposizione di gasdotti e rigassificatori permetterebbe un periodo di transizione con la parziale copertura del fabbisogno energetico del 40% da gas liquido. La diversificazione delle fonti rinnovabili (eolico, solare, idraulico, geotermico, biomasse) - oltre a queste sono allo studio altre soluzioni innovative (trazione elettrica, idrogeno, fotovoltaico (Building Integrated PhotoVoltaics, BIPV), elettrochimica) - contribuirebbe a controllare il costo per unità energetica (ue). La trazione elettrica, con il miglioramento delle prestazioni, ha raggiunto discrete quote nel mercato dell'automobile (saranno presto sul mercato batterie elettriche con 1200 km di autonomia) mentre nuovi orizzonti si stanno aprendo con l'introduzione delle tecniche elettrochimiche e, in particolare, l'impiego dell'idrogeno come propellente (oro bianco in contrapposizione al petrolio oro nero) [11].

La combinazione di queste fonti energetiche, oggi utilizzata in maniera caotica, avrebbe un grande vantaggio economico: la combustione di un kg di idrogeno produce 125.000 kJ di energia termica *versus* i 44.000 kJ di 1 kg di benzina [10], secondo l'Agenzia Internazionale dell'Energia il costo di produzione di H₂ da combustibili fossili è da ca. 1 €/kg a 2,7 €/kg (in energia da 30 a 71 €/MWh) in funzione dei costi locali e dell'eventuale cattura della CO₂ prodotta (IEA, apr. 2021).

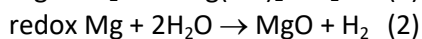
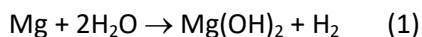
L'impiego dell'idrogeno è controllato dall'industria petrolifera e da quelle della produzione di



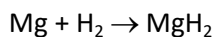
ammoniaca, del metanolo dell'acciaio e della propulsione di navicelle spaziali, tuttavia i tempi sono maturi - sfruttando l'attuale momento di crisi politica ed economica internazionale-perché l'idrogeno occupi il suo fondamentale ruolo di accessibile, sicura e pulita fonte energetica. Come il gas naturale (LNG) - con qualche adattamento per la maggiore fugacità - l'idrogeno può essere trasportato mediante condotte ridimensionate rispetto a quelle del gas fossile o allo stato liquido, via nave e può

essere trasformato in elettricità, metano ed ammoniaca sia per uso domestico, sia per l'industria in genere o come propellente per automobili, tir, navi ed aerei. Secondo la IEA il costo di produzione dell'idrogeno da elettricità rinnovabile potrebbe diminuire del 30% entro il 2030, per declino del costo delle materie prime e l'incremento della sua produzione; fuel cell, elettrolisi, per la produzione di idrogeno per elettrolisi fotochimica dell'acqua ed altre tecnologie innovative di cui possono beneficiare le industrie manifatturiere soprattutto se organizzate per zone industriali (steam reforming da metano, idrogeno blu, o per gassificazione di biomasse o rifiuti, idrogeno verde).

Una recente ricerca innovativa è rappresentata dall'introduzione del magnesio nella filiera produttiva dell'idrogeno [12]. Il magnesio è uno degli elementi più abbondanti sulla terra e nel mare - la Cina estrae il 90% del magnesio mondiale - da cui si ottiene prevalentemente per elettrolisi fotovoltaica del cloruro di magnesio (MgCl₂); il metallo così ottenuto sotto forma di polvere finissima reagisce esotermicamente con acqua (sopra i 350 °C, 5-6 atm di pressione) secondo l'equazione (1) o l'equazione redox (2) per dare idrogeno, un processo integrativo zero carbonio unitamente al solare ed all'eolico:



L'elevata fugacità dell'idrogeno può essere mitigata per compressione (30 °C e 500 bar) o trasformazione in liquido criogenico (-253 °C) - entrambi i processi comportano consumi elevati di energia - o per via chimica mediante l'impiego di idruri metallici LiNH₂, NaAlH₄, LaNi₅H₆. Tra questi, l'idrogenazione del magnesio, in presenza del catalizzatore (MgI₂), o mediante idrolisi ultrasonica per formare idruro di magnesio è preferita per l'economicità, sicurezza ed efficienza:



L'idruro di magnesio, sotto forma di *Powerpaste* [13], contiene circa il 7,6% di idrogeno che, a contatto con acqua, viene rilasciato allo stato gassoso puro risultando l'intero processo particolarmente competitivo nel campo della ricarica energetica compresa tra 100 W e 10 kW e/o per impiego domestico. Questo settore è in fase di studio e ricerca avanzata, presumibilmente entro il 2035 potrà dare il suo contributo alla realizzazione di una nuova integrativa fonte energetica più economica, pulita ed ecocompatibile-rispetto alle fonti fossili [14].

Bibliografia

- [1] <https://www.treccani.it/enciclopedia/petrolio/>
- [2] Stime esperti UN; Dep. of Econ. and Social Affairs, 2019; www.un-library.org/content/periodicals/24118370.
- [3] Jeffrey Sachs, Il Sole 24 ore: <https://www.amp24.ilsole24ore.com/>; https://www.ilsole24ore.com/art/denuclearizzazione-si-ma-tuttiAEaAPmmeE?refresh_ce=1
- [4] <https://frontierenews.it/2011/06/le-5-catastrofi-nucleari-piu-gravi-della-storia/>
- [5] <https://www.rinnovabili.it/energia/idrogeno/idrogeno-verde-india/>.
- [6] <https://www.mite.gov.it/>. Italy draft national energy and climate plan Brussels, 2019
- [7] <https://www.regionieambiente.it/situazione-energetica-2020/>.
- [8] <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-glasgow-climate-pact-key-outcomes-from-cop26/>
- [9] <https://www.chemistryworld.com/news/oil-and-gas-industry-emissions-reduction-pledges-under-scrutiny/4014721.article/>
- [10] https://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/adp-mise-\enea-2015-2017/combustibili-fossili-e-ccs/rds_par2015-240.pdf/; G. Calì, F. Tedde, D. Marotto (Sotacarbo), P. Deiana, C. Bassano, M. Subrizi (ENEA), Cattura della CO₂ in pre e post-combustione: attività in impianto, 2016; P. Lanzafame, G. Centi, S. Perathoner, *Chem. Soc. Rev.*, 2014, **43**, 7562.
- [11] <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen/>; <https://astrolabio.amicidellaterra.it/node/2350/>; A. Clerici, S. Furfari, Il costo dell'idrogeno verde, 2022, <https://astrolabio.amicidellaterra.it/node/2350/>; La Commissione Europea (CE) ha pubblicato nel 2020 il documento «A Hydrogen strategy for a climate-neutral Europe» dove si pone l'obiettivo strategico per l'UE di installare almeno 6 GW di elettrolizzatori entro il 2024 e di avere al 2030 "40 GW di elettrolizzatori per produrre 10 milioni di tonnellate di idrogeno verde" (333 TWh). Sono previsti ulteriori 40 GW di H₂ da importare. Sono, inoltre menzionati "investimenti di 25-40 miliardi di euro per i soli elettrolizzatori più centinaia di miliardi per impianti RES dedicati"; A. Abbotto, Tutti i colori dell'energia, Edizioni Dedalo, 2021; A. Pozio, S. Galli, *La Chimica e l'Industria online*, 2022, **1**, 42.
- [12] H. Uesugi, T. Sugiyama, I. Nakatsugawa, Production of Hydrogen Storage Material MgH₂ and its Applications; <https://www.hielscher.com/it/magnesium-hydride-synthesis-via-hydrolysis.htm>
- [13] https://www.researchgate.net/publication/331929208_PowerPaste_for_offgrid_power_supply/; https://en.m.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_storage/; S.S. Zumdahl, Formula di magnesio idruro, struttura chimica e proprietà, *britannica.com*, PubChem. (2005), <https://it.thpanorama.com/blog/ciencia/hidruro-de-magnesio-frmula-estructura-qumica-y-propiedades.html/>
- [14] J. Carbeck, Green hydrogen could fill big gaps in renewable energy, A zero-carbon supplement to wind and solar, *Scientific American*, 2020, <https://www.scientificamerican.com/author/jeff-carbeck/>; China aims to put one million hydrogen fuel-cell vehicles on the road by 2030. Similar projects are underway in South Korea, Malaysia, Norway and the U.S., where the state of California is working to phase out fossil-fuel buses by 2040. And the European Commission's recently published 2030 hydrogen strategy calls for increasing hydrogen capacity from 0.1 gigawatt today to 500 gigawatts by 2050. All of which is why, earlier this year, Goldman Sachs predicted that green hydrogen will become a \$12-trillion market by 2050. <https://www.unismart.it/ctl-safe-hydrogen-distribution-application/>

AMBIENTE

a cura di Luigi Campanella



L'azienda francese Lactips propone una nuova bioplastica, quindi un materiale confrontabile con la plastica sul piano funzionale, ma molto più ecofriendly rispetto alle caratteristiche di smaltibilità e riciclabilità. La materia prima è il latte, in quanto la nuova bioplastica, idrosolubile e biodegradabile, si ottiene dalla caseina del latte. È già operativo un impianto di produzione per 3.000 t/anno di bioplastica, che diverranno 10.000 a pieno regime. Le caseine sono proteine animali delle quali erano note da tempo le proprietà plastiche; sono infatti presenti come additivi in vernici, adesivi, carta, prodotti alimentari e cosmetici. La tecnologia Lactips si basa su una combinazione di prodotti naturali non sottoposti a trasformazione chimica e per questo motivo il materiale non rientra fra quelli soggetti alle limitazioni previste dal regolamento europeo Reach; risulta inoltre conforme alle normative per le materie plastiche monouso e può, infine, essere etichettato come compost domestico e biodegradabile in tutti gli ambienti. Pur non essendo classificata come plastica, il nuovo materiale della plastica ha tutte le caratteristiche, a cominciare dalla sua capacità di integrarsi nei processi industriali della plastica già esistenti, quali estrusione, gonfiaggio, iniezione, insaccamento e dunque di non richiede per il suo uso modifiche di strumentazione e impianti. La caratteristica di idrosolubilità a tutte le temperature, già ricordata, deriva dalla sua formulazione e risulta preziosa per l'assenza di residui nel processo produttivo. Molti i suoi potenziali usi a partire dall'etichettatura temporanea, dalla detergenza, profumeria e cosmetica, dall'imballaggio dove garantisce la conservazione del materiale imballato proteggendolo da ossigeno, grassi, oli minerali; infine, aumenta le proprietà barriera senza influire su riciclabilità e biodegradabilità. Inventata nel 1987 dal chimico tedesco Friedrich Spitteler e dall'imprenditore Wilhem Krische e poi elaborata dal chimico Jean Claude Trillat la galalite si può considerare l'antenato del Lactips. Per ottenerla si parte dalla caseina del latte (da

cui il nome galalite, letteralmente in greco pietra di latte) che viene mescolata con formaldeide. Ne esiste anche una versione vegetale, dove la parte proteica proviene dal grano o dalla soia. Inoltre è inodore, insolubile in acqua, biodegradabile, anallergica, antistatica e non infiammabile. Nei vari Paesi assume differenti nomi commerciali da alidinite negli USA a lattoloide in Giappone. Il suo limite è la mancanza di plasmabilità che comunque non ne ha impedito il largo uso in oggettistica (dai manici di ombrello alla bottoneria, dai tasti dei pianoforti alle penne) e in gioielleria.



A livello globale il tessile concorre per il 20% all'inquinamento ed al drenaggio dell'acqua e per il 10% alle emissioni di gas serra. Così l'Italia ha anticipato a quest'anno l'introduzione della direttiva europea sulla raccolta differenziata dei tessuti. Al comportamento di certo non ecofriendly del settore concorrono anche i consumatori inserendo nelle lavatrici vestiti in tessuto sintetico che rilasciano microfibre nei mari (mezzo milione di t/anno) e poi smaltendo 12 kg/anno/cittadino di vestiti. A tutto ciò c'è da aggiungere l'inquinamento correlato alla produzione dei vestiti che acquistiamo con forse eccessiva generosità. Dinnanzi a tale situazione la Commissione UE ha inserito i rifiuti tessili nel pacchetto di direttive sull'economia circolare ed ha stabilito che devono essere raccolti in maniera differenziata. Per agevolare tale raccolta sono nati consorzi nazionali che si occupano della raccolta di tessuti dismessi, della relativa selezione e cernita, dell'avvio al riutilizzo, del riciclo, della valorizzazione dei rifiuti provenienti dal tessile. Da questi punti di vista possiamo dire che l'Italia è più avanti dell'Europa: il 40% dei vestiti dismessi viene riciclato, contro il 10% europeo. Di quel 40% la metà viene riciclata come pezzame industriale, imbottiture e materiali fonoassorbenti, e solo il 10% finisce negli inceneritori. Il riciclo è favorito dalla grande attenzione dei giovani per i vestiti usati. I grandi marchi della moda lo hanno capito ed esaltano l'utilizzo nei loro prodotti di materiali riciclati.

Pagine di storia

LO ZUCCHERO MISTERIOSO. MEDICI E CHIMICI ALLA SCOPERTA DELLA MALATTIA DIABETICA TRA SEICENTO E OTTOCENTO

Marco Taddia

Gruppo Nazionale di Fondamenti e Storia della
Chimica

marco.taddia@unibo.it

Il sapore dolciastro delle urine e anche del sangue dei pazienti che manifestavano i sintomi della malattia, poi definita diabete 'mellito', condusse i medici, fin dal secolo XVII, a considerare la presenza di zucchero una traccia evidente di tale patologia. Si deve principalmente al chimico francese Chevreul il riconoscimento della natura di tale zucchero.

Alla luce delle norme di sicurezza oggi vigenti nei laboratori chimici può apparire incredibile che nei vecchi trattati di chimica, almeno fino a metà dell'Ottocento, per caratterizzare i composti ne venisse riportato il sapore. L'assaggio a scopo analitico serviva a distinguerli gli uni dagli altri, come ci dimostra una serie di 'problemi' proposti ai lettori alla fine del secondo volume di un testo di chimica per medici e farmacisti di Domenico Mamone Capria (1807-1888), più volte riedito [1]. Ad esempio, per distinguere il solfato di potassa, dal bi-arseniato e dal tartaro emetico, tre sali che 'sembrano isomorfi', si ricorda, al problema XI del volume citato, che il primo ha sapore 'amaretto disgustoso', il secondo ha sapore 'acido metallico' e odore di aglio, mentre il terzo non si sa. Altrove scopriamo che il bi-carbonato di potassa ha sapore 'alquanto urinoso', mentre l'azotato di potassa è 'fresco piccante' e l'acetato di ammoniaca è 'fresco molto piacente'. Non sorprende quindi che, a causa della mancanza di adeguate tecniche strumentali, i medici si avvalsero anche dell'assaggio dei fluidi corporei, comprese le urine e il sangue, come strumento diagnostico. Escludendo Cina e India per brevità, è documentato che in Occidente furono due medici britannici a mettere in relazione il sapore dolce delle urine con le condizioni specifiche dei loro pazienti e, in particolare, alcuni sintomi tipici del diabete come sete e minzione frequente, oltre che abbondante. Pare, tuttavia, che la malattia fosse nota fin dall'antichità, tant'è che pure il famoso papiro egiziano di Ebers (1550 a.C.) accenna, seppure in maniera imprecisa, a sintomi e rimedi (<http://www.museodeldiabete.com/storia02.htm>). Furono gli antichi greci a descrivere più accuratamente i sintomi della malattia mentre l'introduzione del termine 'diabete', derivato dal verbo greco διαβαίνω (diabaino), si deve ad Areteo di



Pazienti che presentano l'urina per l'analisi (Fonte:

<https://sassenachdoctor.wordpress.com/2016/04/24/the-sweet-taste-of-urine/>)

Pagine di storia



Fig. 1 - Areteo di Cappadocia



Fig. 2 - Thomas Willis (1621-1675)



Fig. 3 - Pharmaceutice Rationalis... (Thomas Willis, 1674)

Cappadocia (Fig. 1), vissuto alla fine del secondo secolo d.C. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4707300/>).

Allo stato attuale delle conoscenze, fu Thomas Willis (Wiltshire, 1621 - London, 1675) (Fig. 2), dell'Università di Oxford, uno dei padri della moderna neurofisiologia e autore del "Cerebri anatome: cui accessit nervorum descriptio et usus" (*Anatomia del cervello: cui si aggiunge la descrizione e la funzione dei nervi*) (1664), il primo medico occidentale che nel 1674 collegò il sapore dolce dell'urina alle condizioni di una persona affetta da diabete. Willis riportò le sue scoperte in *Pharmaceutice rationalis sive diatribæ medicamentorum* (*Farmaceutica razionale, ossia diatriba sulle azioni dei medicinali nel corpo umano*) (Fig. 3) [2]. Riferendosi al diabete come 'male dell'urina', scrisse che questa era 'meravigliosamente' dolce, come se fosse imbevuta di 'miele o zucchero', concludendo che il fenomeno era degno di spiegazione. Fu lui che coniò il termine diabete mellito, infatti mellito in greco significa "come il miele"

(<http://www.storiadellamedicina.net/thomas-willis-un-pioniere-dellanatomia-della-fisiologia-e-della-neurologia/>).

Sfortunatamente Willis non riuscì a capire perché i campioni di urina fossero così dolci ma le sue osservazioni aiutarono altri ricercatori. Un secolo dopo, nel 1776, il medico inglese Mathew Dobson (1735?-1784) confermò il test di Willis e dimostrò che facendo evaporare a secchezza l'urina di un paziente diabetico si otteneva un residuo che somigliava a zucchero grezzo, con lo stesso sapore; assaggiato anche il siero del sangue, lo trovò dolce ma non riuscì ad isolare lo zucchero. Da queste osservazioni sperimentali, pubblicate sulla rivista "Medical Observations and Inquires" (Fig. 4), Dobson trasse conclusioni che alla fine indirizzarono gli studi sul diabete nella giusta direzione [3]. Tra i pionieri che intuirono un legame fra pancreas e diabete va ricordato Thomas Cawley, un chirurgo militare che visse dal 1756 al 1795. Il suo contributo, che rivelò anomalie nel pancreas di un paziente deceduto con il diabete, apparve nel 1788 sul *London Medical Journal* con il titolo 'A Singular Case of Diabetes, Consisting Entirely in the Quality of the Urine; with an Inquiry into the Different Theories of That Disease' (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5545243/>) [4]. Qualche anno dopo (1794), il medico Johann Peter Frank (1745-1821) nel suo trattato *De curandis hominum morbis epitome praelectionibus academicis dicata...* stabilì che esistevano due tipologie di diabete: mellito e insipido. Era un

tema sul quale Francesco Marabelli (1761-1846), professore di chimica farmaceutica a Pavia si era già esercitato (<https://swab.zlibcdn.com/dtoken/126d81efb143306a6a38912fb6d527dd>)

Pagine di storia

[4, 5]. Premesso che all'epoca la chimica faceva ancora parte dei piani di studio della medicina e che si affermò più tardi come scienza autonoma, possiamo affermare che i chimici iniziarono ad interessarsi attivamente al problema attraverso l'opera di Michel Eugène Chevreul (1786-1889). Nel frattempo dobbiamo registrare che attraverso il medico scozzese John Rollo (1749-1809), particolarmente interessato alle applicazioni della chimica alla medicina, si cominciò a parlare di un apposito regime alimentare (compresa la cosiddetta dieta rancida) per contrastare la malattia [6] <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=ucm.5320214711&view=1up&seq=5&skin=2021>.

Il punto della situazione ai primi dell'800

Un lavoro pubblicato sulle *Annales* (1806), intitolato 'Memoire sur le diabète sucré' [7] è importante perché fa il punto sullo stato dell'arte delle discipline interessate al riconoscimento della malattia. Nasce dalla collaborazione fra il chirurgo Guillaumon Dupuytren (1777-1835) (<https://archives.haute-vienne.fr/decouvrir-apprendre/zoom-sur/figures-haut-viennoises/guillaume-dupuytren-1777-1835-chirurgien-et-anatomiste-de-genie>) e il chimico Louis Jacques Thénard (1777-1857) di cui abbiamo parlato in altra occasione (https://www.soc.chim.it/sites/default/files/chimind/pdf/2019_4_26_ca.pdf). Nella parte introduttiva dell'articolo si ricordano gli autori che scoprirono per primi la presenza di zucchero nelle urine dei diabetici. Pur citando Willis, Pool e Dobson, si attribuisce la priorità a Caulcy (1778), i cui risultati furono confermati dal tedesco Frank (figlio?) (1791) e si citano le successive ricerche di Nicholas e Guendeville di Caen (1803). Nonostante ricerche accurate non è stato possibile reperire il contributo di Caulcy e si sospetta che quello citato sia di Cawley. A proposito di Johann Peter Frank (1745-1821), medico e igienista, pare sia stato il primo a differenziare il diabete mellito dal diabete insipido. La restante parte dell'articolo, divisa in tre parti, riguarda lo studio di un caso:

- 1) Osservazioni compiute sul diabetico di cui fu esaminata l'urina;
- 2) Analisi dell'urina del diabetico dopo il 15° giorno di ricovero presso l'Hôtel Dieu, prima del passaggio all'École de Medecine;
- 3) Analisi dell'urina del diabetico dopo il suo ingresso all'École de Medecine.

Dal punto di vista chimico il lavoro non presenta novità importanti, anche se tenta di indagare la natura dello zucchero presente nell'urina escludendo, ad esempio, sostanze dal sapore dolce come manna e melata.

Dal punto di vista terapeutico viene ribadito che gli alimenti di origine animale apportano benefici al paziente. Nel suo trattato di chimica elementare teorica e pratica in più volumi (1835)

Thenard, a proposito del diabete, accoglierà in parte la scoperta di Chevreul, di cui si parlerà a breve, e introdurrà la distinzione tra *diabètes sucré* e *non sucré* [8].



Fig. 5 - Eugène Chevreul (1786-1889)

Chevreul e lo zucchero d'uva

Eugène Chevreul, nato ad Angers nel 1786 e morto a Parigi all'età di 103 anni (Fig. 5), fu uno dei più longevi scienziati francesi e tra i più influenti e popolari del suo tempo. Terminati gli studi nella città natale si recò a Parigi, dove fu accolto da Louis Nicolas Vauquelin (1763-1829) nella sua fabbrica di prodotti chimici. Con l'appoggio di Vauquelin, che ne apprezzava il talento, fece rapidamente carriera e

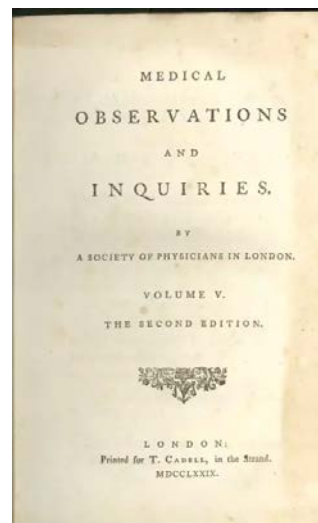


Fig. 4 - La rivista dove venne pubblicato il contributo di Dobson

nel 1824 divenne professore di chimica alla manifattura Gobelins. Qui si dedicò a una serie di studi sulle tinture e sui colori che sfociarono in una serie di importanti pubblicazioni sia a

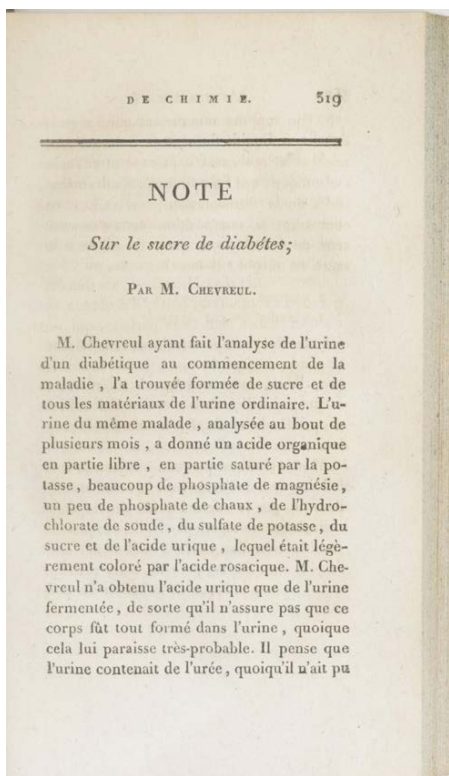


Fig. 6 – La Memoria di Chevreul (1815)

carattere pratico che teorico. La fama gli venne, tuttavia, dalle ricerche sulle sostanze grasse di origine animale, di cui Adrian offre un ampio e dettagliato resoconto [9]. Oltre a prestigiosi riconoscimenti per i risultati ottenuti in campo scientifico, gli venne attribuito anche il merito di aver adeguato la lingua francese alle scoperte scientifiche di cui fu autore. Può darsi che la notevole mole di lavoro svolta sui grassi, gli olii e le sostanze alimentari abbia oscurato, nella suddetta rassegna [9] un contributo che Chevreul diede al riconoscimento della malattia diabetica e che, viceversa, gli storici del settore non dimenticano. Si tratta di un articolo di due pagine che Chevreul pubblicò sulle *Annales de Chimie* nel 1815, dal titolo 'Sur le sucre de diabètes' [10] (Fig. 6). In esso riferì che l'urina di un diabetico all'inizio della malattia conteneva zucchero e tutti i componenti di quella normale, mentre dopo diversi mesi c'era un acido organico in parte libero e in parte come sale potassico, oltre a molto fosfato magnesiacco, poco fosfato di calcio, alcuni altri sali e ancora zucchero. Concentrando l'urina fino a consistenza sciropposa e lasciandola a riposo aveva ottenuto la sostanza zuccherina sotto

forma di piccoli cristalli, simili a quelli derivati dallo sciroppo d'uva. Una volta ricristallizzati da alcool risultarono perfettamente bianchi e, confrontati con quelli dello zucchero d'uva, mostrarono proprietà identiche, come la solubilità in acqua ed alcool, la fusione a calore moderato ecc. La conclusione di Chevreul, dopo aver ricavato tutto lo zucchero dell'urina in forma solida, fu che lo zucchero 'liquido' dei vegetali non era di tipo particolare ma bensì una combinazione di zucchero cristallizzabile con un altro 'principio' capace di vincere la forza di coesione del primo. L'analogia riscontrata da Chevreul fra zucchero diabetico e zucchero d'uva, che sappiamo composto principalmente da glucosio (48%) e fruttosio (50%), contribuì, con gli studi successivi sul glicogeno, ad indicare il glucosio come traccia della malattia diabetica.

Lo zucchero nel sangue

La presenza dello zucchero nel sangue dei diabetici, pur ipotizzata da alcuni Autori, fu una questione dibattuta a lungo perché non si riusciva ad isolarlo. Lo stesso Berzelius, considerato uno dei maggiori chimici del suo tempo non ci riuscì, così anche W.H. Wollaston che nel riferì nella memoria intitolata 'On the Non-Existence of Sugar in the Blood of Persons Labouring under Diabetes Mellitus' pubblicata nel 1811 [11]. Trascorsero altri due decenni perché Felice Ambrosioni (1790-1843), Capo Speciale presso l'Ospedale di Pavia, giungesse a dimostrarlo. Pubblicò il suo procedimento sotto forma di lettera negli Annali Universali di Medicina del 1835, in un articolo così intitolato: 'Dello zucchero nelle urine, e nel sangue dei diabetici' [12]. Ad esso seguì a ruota la pubblicazione in inglese 'Detection of sugar in the blood in diabetes, and on the best mode of separating the same substance from the urine' sulla *London Medical Gazette* (1836) [13].

Giovanni Polli

Medico di professione nacque a Milano nel 1812 e vi morì il 14 giugno 1880. Compì gli studi presso l'Università di Pavia, dove si laureò in medicina e chirurgia nel 1837. Fu professore di chimica in vari istituti della sua città, nella Scuola tecnica (1849), nella Scuola reale superiore (1851) e nell'Istituto tecnico di S. Marta (1860). Era un allievo che Ambrosioni stimava assai e partecipò allo storico esperimento con il quale venne dimostrata la presenza dello zucchero nel sangue. In una pubblicazione del 1839 sembra rivendicare un ruolo più attivo di quello che gli attribuì Ambrosioni nell'esecuzione di tale esperimento. Polli si può considerare un vero esperto di chimica clinica [5].

Normoglicemia e iperglicemia

Sarà Claude Bernard (1830-1878), medico, fisiologo ed epistemologo francese di grande fama e autorevolezza (https://it.frwiki.wiki/wiki/Claude_Bernard) a stabilire nel 1855 i livelli di 'normoglicemia' e 'iperglicemia' [5, 14] Poco prima della sua scomparsa uscirono le '*Leçons sur le diabète et la glicogénèse animale*' (1877).

Conclusioni

La storia della malattia diabetica, in particolare del suo riconoscimento e dei primi tentativi di cura si è avvalsa, almeno fino agli inizi dell'Ottocento, soprattutto del contributo di medici e farmacisti, anche perché la chimica è emersa come scienza autonoma solo sul finire del secolo XVIII. Prima di allora la chimica era di competenza delle categorie suddette, tant'è che anche in Italia e precisamente a Bologna, la prima cattedra di chimica fu attribuita al medico Jacopo Bartolomeo Beccari nel 1737 (https://www.soc.chim.it/sites/default/files/chimind/pdf/2015_2_59_ca.pdf). Una svolta importante, dovuta soprattutto ai chimici francesi, i primi 'professionisti' del settore, fu il riconoscimento dello zucchero presente nelle urine e nel sangue dei pazienti diabetici. Un discorso a parte riguarda la determinazione analitica degli zuccheri riducenti nei fluidi biologici, sul quale c'è molto da dire, per cui si rimandano gli interessati ad altro specifico contributo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] D. Mamone Capria, Elementi di chimica filosofico-sperimentale, Vol. II, V ed., Stabilimento Minerva Sebezia, Napoli, 1846, p. 352 e segg.
- [2] T. Willis, Pharmaceutice rationalis sive diatribe medicamentorum..., 1675.
- [3] I.A. MacFarlane, *Practical Diabetes*, 1990, **7**(6), 246.
- [4] T. Cawley, *London Med. J.*, 1788, **9**(3), 286.
- [5] G. Dall'Olio, Personaggi della chimica clinica dell'ottocento, Caleidoscopio Letterario, Medical Systems SpA, Genova, 2004.
- [6] J. Rollo, *Traité du diabète sucré*, Montardier-Cerieux, Paris, 1806.
- [7] L.J. Thenard, G. Dupuytren, *Ann. Chimie*, 1806, **59**, 42.
- [8] L.J. Thenard, *Traité de Chimie élémentaire theorique et pratique*, tome quatrième, 6e ed., Crochard, Paris, 1835, p. 350-1.
- [9] J. Adrian, Les pionniers français de la science alimentaire, TEC&DOC-Lavoisier, 1994, p. 135, p. 172.
- [10] E. Chevreul, *Ann. Chim.*, 1815, **95**, p. 319.
- [11] W.H. Wollaston, *Med. Phys. J.*, 1811, **26**(154), 462.
- [12] F. Ambrosioni, *Annali Universali Medicina*, 1835, **74**.
- [13] F. Ambrosioni, *London Med. Gaz.*, 1836, **18**, 541.
- [14] G. Polli, *Annali Universali Medicina*, 1839, **92**(276), 465.
- [15] V. Jörgens, M.Grüsser, *Diabetes*, 2013, **62**(7), 2181.

Recensioni

LA MOBILITÀ ELETTRICA

Storia, tecnologia, futuro

di A. Abbotto

Carrocci Editore

Pag. 172, broccura, 15 euro

Se, come chi scrive, pensavate di sapere già tutto quello che serve sull'auto elettrica, i suoi pregi, i suoi difetti, se e quando comprarla, perché conviene, ecc. ecc., bene dovrete ricredervi e leggere questo brillante "racconto" che Alessandro Abbotto, docente di Chimica organica presso il Dipartimento di Scienza dei Materiali dell'Università Milano-Bicocca, ha scritto per Carrocci. Scoprirete così cose che molti di noi non immaginano, creerele le basi per una conoscenza solida ma non accademica, e potrete finalmente dire di avere le idee chiare su una rivoluzione che sta avvenendo sotto i nostri occhi. Come per altre rivoluzioni, è difficile accorgersi della loro portata vivendole "da dentro". Solo oggi percepiamo nitidamente come il mondo sia cambiato in modo irreversibile il giorno in cui Steve Jobs annunciò la nascita dell'i-phone. Come ricorda Abbotto,

molti esperti del settore lo classificarono come un prodotto destinato a un mercato di nicchia. Allo stesso modo, quando nell'ottobre del 2010 la Tesla di Elon Musk cominciò a produrre la Model S, primo modello commerciale di auto elettrica, i più restarono indifferenti, pensando a una curiosità destinata a pochi "fanatici". E in un certo senso lo era, ma era anche l'inizio di una profonda trasformazione del mercato dell'auto che porterà a un cambiamento radicale del modo di viaggiare.

Abbotto ci ricorda come anche alla fine del XIX secolo l'avvento delle prime automobili fu accolto con un certo scetticismo da chi amava il proprio calesse e relativo cavallo. Se il cavallo è stato il principale attore della mobilità nei secoli passati, l'automobile a motore termico lo è stata nel Novecento per poi iniziare solo di recente a lasciare il passo a questo nuovo sistema di propulsione, il motore elettrico. Che, come ci ricorda l'autore, è molto più efficiente, facile da mantenere, silenzioso, ecologico, essenziale, del rumoroso, complesso, puzzolente e bollente motore a metano, benzina o gasolio.

Ma la cosa curiosa è che le prime automobili apparse a fine Ottocento erano elettriche. Agli inizi del Novecento le vetture elettriche erano circa un terzo di tutte quelle circolanti negli Stati Uniti. E anche il grande Henry Ford, il padre della moderna industria automobilistica, cercò di progettare insieme a Edison una vettura elettrica, per poi abbandonare il progetto grazie alla rapida diffusione del propellente per eccellenza del XX secolo: la benzina. Nel giro di un secolo gli autoveicoli sul pianeta da poche unità hanno raggiunto l'impressionante numero di un miliardo e 400 milioni. Con tutti i problemi di emissioni di CO₂ ma anche di altri inquinanti che ben conosciamo.

Se l'auto elettrica non sfondò agli albori del trasporto su gomma era per via di un problema che ha limitato a lungo lo sviluppo della mobilità elettrica. Problema che poi ha trovato soluzione grazie a importanti scoperte e innovazioni dove la chimica ha avuto un ruolo centrale: lo sviluppo delle batterie al litio. Abbotto accompagna il lettore in un appassionante racconto di come si sia giunti, grazie alla tenacia e perseveranza di alcuni scienziati, alla messa a punto di batterie in grado di garantire l'autonomia necessaria per rendere l'auto elettrica finalmente competitiva con quella termica. E il ruolo della batteria è tale che c'è chi ha definito l'auto elettrica "una batteria con le ruote", come mostrano



alcune foto riportate nel libro. Nel pianale di una Tesla Model 3 alloggiato 4000 batterie cilindriche ognuna delle quali sta nel palmo di una mano. Insieme garantiscono una autonomia di oltre 600 km. Abbotto non si limita a descrivere come si è arrivati a rendere le auto elettriche efficienti e funzionali. Descrive con ricchezza di dati aggiornati tutto il processo di produzione e distribuzione dell'energia necessaria per uno sviluppo sostenibile della mobilità elettrica, dove il ruolo delle rinnovabili è ovviamente centrale. Ci ricorda come la produzione di energia elettrica in Italia sia passata da un 78% basato sui combustibili fossili e un misero 22% sulle rinnovabili del 2010 al 58% di fossili e 42% di rinnovabili del 2020. Un trend destinato a continuare e accentuarsi negli anni futuri.

Certo, restano problemi legati ai tempi di ricarica, ma il libro ci aggiorna anche sulle innovazioni in arrivo in questo campo e sul cambio di abitudini che questo comporta. Leggendo si viene via via catturati dalla passione dell'autore ma anche dalla forza e rigorosità delle sue considerazioni, contribuendo a creare quella consapevolezza di cui parlavo all'inizio.

Resta il problema della quantità di materie prime necessarie per una totale conversione del parco auto oggi circolante da convenzionale motore termico a motore elettrico. Anche le batterie comportano un "costo" elevato in termini di elementi critici disponibili, di impatto ambientale legato all'estrazione, di riciclaggio. È un tema importante che va oltre quello sulla mobilità elettrica e che coinvolge tutta la transizione energetica. Dovremo imparare a progettare le cose in modo che possano essere riutilizzate interamente, e passare da una logica di economia lineare a quella di economia circolare. Il passo verso l'auto elettrica è giusto un aspetto di questa rivoluzione, e Abbotto ci spiega in modo chiaro e convincente perché è giusto farlo. Quando arriverà il momento di cambiare la vostra auto ora sapete cosa leggere.

Gianfranco Pacchioni

IL LAMPO DELL'ELETTRONE La scoperta e la storia di un corpuscolo che ha cambiato la nostra vita

di V. Pellegrini

Codice edizioni, Torino, 2021

Pag. 170, broccura, 15 euro

A volte le idee migliori per risolvere un problema che abbiamo lasciato in sospeso si presentano inaspettatamente nei momenti della nostra quotidianità che meno sembrano in relazione con esso. Così pare sia avvenuto per il fisico Vittorio Pellegrini il quale, pur avendo in testa un racconto sulla storia dell'elettrone, anzi su alcune 'fotografie' del lampo che ha prodotto e che ha rischiarato il nostro progresso, non riusciva a strutturarli in maniera soddisfacente. C'è da credergli senz'altro perché la materia, come sappiamo, può essere vista da diverse angolature e l'insieme dei risultati dovuti alla scoperta quasi sconfinato. Nell'introduzione al libro, Pellegrini, fondatore dei Graphene Labs IIT nel 2014 e della start-up Bidimensional SpA nel 2016, riferisce che la soluzione gli balzò alla mente nel 2017, mentre stava assistendo ad un torneo di tennis sul campo centrale del Monte Carlo Country Club. Come succede per una partita, dove sono individuabili tre livelli indipendenti ma mescolati fra loro, pensò che la stesura dovesse appoggiarsi a tre pilastri o 'chiavi' di scrittura identificabili rispettivamente con i giocatori, i gesti atletici e le regole del gioco. L'analogia vedeva gli scienziati come i giocatori, le osservazioni e le idee decisive come i colpi vincenti e risolutivi, le regole come l'insieme di leggi matematiche e metodi che sembrano non lasciare spazio alla libertà ma che all'improvviso vengono superati dall'intuizione creativa. L'A. suggerisce allora di tenere conto di queste tre chiavi di lettura per il suo racconto, che definisce giustamente 'circolare', perché non è molto



importante stabilirne l'inizio e la fine. Ci abbiamo provato e davvero si può saltare da un capitolo all'altro senza perdere la visione d'insieme di una storia affascinante a tal punto che Massimo Sideri, nell'introduzione, arriva a domandarsi come abbia potuto vivere fino ad oggi senza conoscerla. I capitoli sono sette, pieni zeppi di informazioni e concetti che non è facile assimilare immediatamente e 'in toto'. Possiamo immaginare l'impegno profuso dall'A. e gli perdoniamo facilmente un curioso refuso 'chimico' (p. 27) che gli è sfuggito proprio nel primo capitolo, laddove parla dell'esperimento di Joseph John Thompson. La narrazione si apre infatti con una citazione della conferenza Nobel con la quale, nel 1909, J.J. Thompson annunciò la scoperta dei *corpuscoli* portatori di elettricità negativa, prosegue con la descrizione dell'esperimento e gli studi di Crookes, Millikan ed Ehrenhaft, soffermandosi anche sulla disputa sorta a proposito della carica elettrica frazionaria. Viene sottolineata l'esigenza dei fisici di estendere la meccanica quantistica all'elettromagnetismo, fino ad arrivare alla descrizione diagrammatica di Feynman. A dire il vero in questo capitolo si rischia sovente di perdere 'il filo' del racconto e forse dividerlo in due parti sarebbe stato utile. Nel secondo capitolo entrano in scena John Bardeen, scopritore del transistor e vincitore di due Nobel, segue Leon Cooper che intuì quale poteva essere il fenomeno alla base della superconduttività (*coppie di Cooper*) e infine John Robert Schrieffer che riuscì a descrivere matematicamente lo stato superconduttivo. Dalla loro collaborazione scaturì la teoria che prese il nome delle rispettive iniziali (BCS) e che l'A. definisce 'una delle più famose ed eleganti mai sviluppate dal genio umano'. A questo punto appare chiaro che il libro affronta la storia dell'elettrone, lunga poco più di un secolo, con un occhio soprattutto alla fisica dello stato solido e a tecnologie che non sono famigliari a tutti i chimici. Una ragione in più per leggerlo e allargare la mente su un campo quanto mai vasto che l'A. dimostra di conoscere a fondo. Non ricorderemo qui tutti gli altri fisici citati, le cui gesta hanno segnato tappe fondamentali nella fisica dei materiali e relative applicazioni. Il racconto di Pellegrini non trascura il lato umano dei 'giocatori' e ci pare di vedere il gallese Brian David Josephson che al Trinity College di Cambridge, nella camera che aveva ospitato Newton e Thomson, pensava al *tunneling* attraverso il gap di un superconduttore. Da leggere bene anche il terzo capitolo che si apre con una citazione dall'articolo-manifesto di Philip Warren Anderson (Science, 1972) con il quale 'minò in modo irreversibile l'approccio riduzionistico della scienza' e ne introdusse la *struttura gerarchica*. Tra l'altro, in questo capitolo, si parla dell'*effetto Hall quantistico*, scoperto la notte del 5 febbraio 1980, nonché del rapporto fra due costanti fondamentali della natura, la costante di Planck e il quadrato della carica elettrica.

Nel quarto capitolo si arretra nel tempo e i chimici si troveranno maggiormente a loro agio in compagnia di autori come Max Planck, Niels Bohr, Louis de Broglie, G.P. Thomson e Arthur March Schrödinger che ricorderanno loro come si giunse a dimostrare la dimensione ondulatoria della materia. Il quinto capitolo (Futura) spazia dalla prima versione relativistica dell'equazione d'onda, oggi nota come *equazione di Klein-Gordon*, al grafene e alle applicazioni dei cristalli bidimensionali. Nel sesto capitolo (Tecnologia) trionfano i semiconduttori e l'elettronica, con un occhio di riguardo ai Laboratori Bell, dove lo stesso Pellegrini, terminati gli studi alla Normale di Pisa, svolse attività di ricerca. Bisogna dargli atto che il paragrafo 'La task force dei Laboratori Bell' (circa una decina di pagine) è uno dei meglio riusciti dell'intero libro ed espone efficacemente le basi dell'elettronica a semiconduttore. Il capitolo si chiude con alcuni paragrafi dedicati all'energetica elettrochimica da Volta in poi, con uno sguardo al futuro e ai computer quantistici. Qui incontriamo anche il processore quantistico a 54 qubit chiamato *Sicomoro* realizzato dal team di Google. L'ultimo capitolo (E la luce fu) si occupa di televisione e di LASER, mentre le conclusioni finali, piuttosto stringate, ci portano ancora una volta a riflettere su un tema caro all'Autore, ossia quanto siano imprevedibili gli scatti della nostra conoscenza e come la scienza non sia un libro da leggere solo con regole codificate. Davvero, verrebbe quasi spontaneo immaginarcela come una 'danza fatta da ballerini che il più delle volte entrano in pista per muoversi al ritmo di una musica che poi non viene suonata'.

Marco Taddia

Notizie da Federchimica



Per una UE più vicina a imprese e cittadini: le proposte dell'industria chimica in Italia

L'industria chimica in Italia presenta le sue proposte per una UE più vicina ai cittadini: nell'ambito della Conferenza sul Futuro dell'Europa, l'iniziativa promossa congiuntamente da Parlamento europeo, Stati membri e Commissione europea, Federchimica ha messo a punto un documento che raccoglie le istanze delle imprese di un settore particolarmente strategico a livello mondiale.

Le imprese sottolineano come nel difficile contesto

maturato con l'emergenza sanitaria e le drammatiche vicende delle ultime settimane, si renda ancor più evidente l'importanza di un'Europa più integrata e forte sul piano internazionale.

Di qui l'intenzione di dare un contributo concreto: nell'ambito di uno dei nove argomenti della Conferenza, "Un'economia più forte, giustizia sociale e occupazione", la posizione di Federchimica si concentra sul Mercato unico dell'Unione europea, il più grande mercato integrato del mondo, che include oltre 500 milioni di cittadini e 24 milioni di Imprese e genera 14 trilioni di euro in termini di Prodotto interno lordo (PIL).

L'industria chimica in Italia ritiene che un Mercato unico funzionante sia una condizione irrinunciabile per una UE forte e coesa: stimola la concorrenza e gli scambi commerciali, migliora l'efficienza delle transazioni e ne riduce i costi.

Il documento, presentato agli Eurodeputati italiani della Conferenza per il Futuro dell'Europa, alla Vicepresidente del Parlamento europeo, on. Pina Picierno, e al Rappresentante permanente aggiunto d'Italia presso l'UE, Ambasciatore Stefano Verrecchia, identifica alcune criticità riscontrate dalle imprese nello svolgere le attività di business intra ed extra UE, spesso legate alla complessità della normativa europea, a casi di recepimento penalizzante nell'ordinamento nazionale della legislazione comunitaria, all'assunzione di decisioni politiche non sempre basate su un approccio scientifico.

La posizione di Federchimica, rappresentata da Adriano Alfani, Vice Presidente Federchimica con Delega all'Europa, insieme ai Presidenti delle 17 Associazioni di settore della Federazione in rappresentanza delle 1.500 imprese associate, contempla anche alcuni suggerimenti per superare tali criticità in favore di una rinnovata governance istituzionale, foriera di grandi benefici per le imprese e, in definitiva, per tutti i cittadini europei: cinque aree che per il settore chimico sono tutte ugualmente prioritarie.

Più armonizzazione, meno frammentazione e applicazione più omogenea della normativa UE nei differenti Stati membri: regole più armonizzate sono considerate una condizione irrinunciabile.

Un esempio rappresentativo viene dal settore degli imballaggi: in molte occasioni, i rifiuti e i materiali ottenuti da rifiuti potenzialmente utilizzabili come materie prime per nuovi cicli produttivi non possono essere trasportati da un Paese dell'Unione all'altro a causa delle diverse interpretazioni della stessa Direttiva di riferimento: una criticità che riguarda per esempio i settori dei biocidi, delle plastiche monouso, dell'uso degli animali a fini scientifici, dei gas medicinali e più in generale del settore farmaceutico.

La semplificazione burocratica e dei processi autorizzativi è un'altra premessa fondamentale per migliorare il quadro di riferimento. Gli oneri amministrativi per le imprese e, in particolare, per le PMI, sono in aumento costante e va tenuto presente che sono spesso aggravati a seguito dell'imposizione di norme nazionali più restrittive rispetto alle indicazioni europee. Occorre perciò chiarezza anche nell'elaborazione della norma a livello europeo.

Un maggiore coordinamento UE nei settori della fiscalità, salute ed energia assicurerebbe un più elevato e migliore grado di controllo e omogeneità sull'applicazione di normative esistenti, oltre alla possibilità di introdurre nuove regole armonizzate.

Notizie da Federchimica

Per quanto riguarda la salute, un esempio virtuoso è costituito dal ruolo di coordinamento assunto dalla Commissione europea nel corso della pandemia, in particolare per quanto riguarda l'acquisto di vaccini per conto dell'UE.

Le imprese chiedono anche che le decisioni UE siano basate su pareri tecnico-scientifici, ovvero parametri oggettivi. In particolare, è richiesto un maggiore allineamento delle decisioni politiche ai pareri scientifici forniti da Agenzie e organi competenti.

Infine, si suggerisce una progressiva agevolazione della mobilità dei lavoratori tra i differenti Stati membri: sebbene la libera circolazione delle persone sia uno dei pilastri alla base del Mercato unico, continuano a sussistere alcune barriere alla mobilità dei lavoratori, che possono generare distorsioni del mercato del lavoro all'interno dell'UE.

Le imprese chimiche in Italia sono convinte che la Conferenza sul futuro dell'Europa possa costituire un primo passo verso la creazione di un'Unione più inclusiva, aperta alle riforme e attenta ai bisogni delle imprese e dei cittadini. Un Mercato unico più coeso e integrato, fondato sulle sue quattro libertà fondamentali, (libera circolazione delle merci, dei servizi, dei capitali e delle persone), costituisce una premessa irrinunciabile per l'Europa che verrà.

Per scaricare il documento integrale, [clicca qui](#)



Avisa lancia la formazione-lavoro in digitale su adesivi, inchiostri e vernici

A seguito dell'emergenza pandemica, Federchimica ha scelto di rendere disponibili, in modalità digitale, molte delle conoscenze che prima erano strettamente legate agli eventi in presenza.

Da questa consapevolezza è nato "Costruirsi un futuro nell'industria chimica", un percorso di dieci lezioni in e-learning sul portale educazionedigitale.it che offre, agli studenti di Scuola Secondaria di

Secondo Grado, 20 ore di certificazione PCTO (Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento, ex Alternanza Scuola Lavoro).

Quest'attività permette, da un lato di raggiungere un numero molto ampio di scuole/classi/studenti, dall'altro aiuta le imprese, impegnate in rapporti con le scuole, ad integrare le proprie presentazioni e le presenze in azienda con attività di più ampio respiro.

Nell'Anno Scolastico 2020/2021 oltre 20.000 studenti hanno seguito il Percorso didattico su educazionedigitale.it e ottenuto la certificazione, oggi il percorso è nuovamente fruibile per gli studenti dell'Anno Scolastico 2021/2022.

Da marzo 2022 si aggiunge il PCTO realizzato da Avisa, dedicato ad Adesivi e Sigillanti, Inchiostri da stampa, Pitture e vernici.

Anche in questo caso il percorso multimediale è fruibile autonomamente dagli studenti per accrescere le competenze su un settore specifico e si struttura in tre moduli declinati in video-lezioni, dispense e test finali.

Gli studenti che entro il 31 luglio 2022 avranno concluso con successo tutti i moduli riceveranno la certificazione per 13 ore di PCTO.

È possibile visualizzare il materiale didattico anche sul sito di Avisa nella sezione [Education](#).



Educare alla sostenibilità, al via un ciclo di lezioni per le scuole superiori

Scuola e imprese sempre più vicine grazie al progetto che ha preso avvio oggi all'I.S.I.S. Paolo Carcano di Setificio e all'I.I.S. Jean Monnet di Mariano Comense organizzato in collaborazione tra Confindustria Como e Federchimica nell'ambito delle attività di orientamento e dei percorsi per le competenze trasversali e l'orientamento (PCTO) nelle scuole secondarie di secondo grado del territorio comasco. Il percorso

proposto alle classi quarte e quinte coinvolge oltre 200 studenti tra i due istituti ed è strutturato in tre incontri di due ore alla settimana, in modalità online, nel mese di marzo 2022. Prestigiosi i relatori che si alterneranno tra esperti di Federchimica e imprenditori del Gruppo Chimici di Confindustria Como porteranno le loro testimonianze aziendali orientate al tema della sostenibilità.

Dichiara Stefano Orio, Presidente del Gruppo Chimici di Confindustria Como: "Il nostro principale impegno come gruppo chimici è rivolto verso la collaborazione con tutte le scuole. L'obiettivo condiviso con i colleghi, che ringrazio per essersi messi a disposizione, infatti, è condividere esperienze imprenditoriali e necessità che hanno le aziende con i futuri protagonisti del mondo del lavoro, gli studenti. La nostra collaborazione comincia dalle scuole medie e prosegue sino all'università. Abbiamo, infatti, la fortuna di avere sul territorio un ateneo come l'Università dell'Insubria con il Dipartimento di Scienza e alte tecnologie, e due Istituti Superiori come il Paolo Carcano e lo Jean Monnet ai quali, in particolare, ci rivolgiamo con questa iniziativa insieme a Federchimica e alle altre associazioni di settore coinvolte. Tra i tanti messaggi che vorrei trasferire ai giovani studenti c'è quello che nell'ambito della chimica le opportunità occupazionali sono elevate e altrettanto saranno le soddisfazioni per un lavoro che è stimolante e sempre in continua evoluzione".

Il programma è così strutturato: il primo incontro di oggi è stato incentrato sul tema Costruirsi un futuro nell'industria chimica: Introduzione all'industria chimica a cura di Federchimica, Sostenibilità per l'industria chimica a cura di Federchimica, Industria chimica e territorio a cura di Stefano Orio, Presidente del Gruppo Chimici di Confindustria Como. Il secondo incontro si terrà martedì 15 marzo e verterà sul tema I settori della chimica e la sostenibilità: Salute, responsabilità e sostenibilità a cura di Assosalute - Federchimica, Associazione nazionale di imprese farmaci automedicazione, testimonianza aziendale di Marco Roselli, Intercos Europe & Cosmint Human Resources Director Labor & Industrial Relations Italy Director, Etichette alimentari: viaggio tra numeri e nomi strampalati che mangiamo tutti giorni a cura di Aispec - Federchimica, Associazione nazionale imprese chimica fine e settori specialistici, testimonianza aziendale del Gruppo Sacco a cura di Viola Verga, Vicepresidente del Gruppo Chimici di Confindustria Como. Il terzo e ultimo incontro si terrà giovedì 24 marzo ed avrà come titolo I settori della chimica e la sostenibilità: Chimica e tessile, ma come ti vesti!? A cura di Aispec - Federchimica, La chimica tintoria a cura di Graziano Brenna, Presidente Fondazione Setificio, Le professioni del chimico a cura di Federchimica e la testimonianza aziendale di Rosalia Dimartino, HR Manager di Lechler Spa.



Valutazione della sostenibilità aziendale: promozione Responsible Care 2022

Responsible Care è il Programma volontario mondiale per lo sviluppo sostenibile dell'industria chimica, secondo valori e comportamenti orientati alla sicurezza, alla salute e all'ambiente, nell'ambito della responsabilità sociale d'impresa.

In Italia il Programma, avviato nel 1992 e gestito da Federchimica, è attualmente perseguito con impegno e determinazione da circa 170 imprese di grande, media e piccola dimensione, italiane e estere.

L'integrazione della sostenibilità all'interno delle strategie aziendali è un fattore determinante per il successo delle imprese nel medio periodo.

Con l'obiettivo di fornire un concreto e valido supporto alle imprese associate nella loro crescita sostenibile, Federchimica propone, anche per il 2022, in via straordinaria, un anno di adesione gratuita al Programma Responsible Care.

Per effettuare in maniera rapida e autonoma una valutazione del livello di sostenibilità delle attività aziendali, Responsible Care mette, inoltre, a disposizione di tutte le imprese aderenti al Programma il Self Assessment Webtool (Tool).

Il Tool, aggiornato dal CEFIC, European Chemical Industry Council in collaborazione con tutte le Associazioni europee dell'industria chimica, è una applicazione informatica interattiva che consiste in:

- un gap assessment rispetto a tutti i principali standard di certificazione (ISO 9001, ISO 14001, ISO 26000, ISO 45001, ISO 50001 ed EMAS) e rispetto agli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) definiti dalle Nazioni Unite;
- un'analisi comparativa anonima delle proprie prestazioni (benchmark) rispetto a tutte le imprese chimiche a livello europeo e nazionale;
- una serie di consigli utili per il miglioramento delle prestazioni aziendali.

Un video dimostrativo, in inglese, del Tool che ne spiega le funzionalità è disponibile al seguente link.

Notizie da Federchimica

Lo strumento rientra tra i servizi offerti alle imprese aderenti al Responsible Care, pertanto l'adesione al Programma è il requisito necessario per l'accesso e l'utilizzo.

Per informazioni e adesioni:

Direzione Centrale Tecnico Scientifica - Area Sostenibilità, Economia Circolare, Programma Responsible Care

Enrico Brena

Tel. 02-34565.211

E-mail: e.brena@federchimica.it

Riccardo Balestra

Tel. 02-34565.202

E-mail: r.balestra@federchimica.it



Aperte le iscrizioni a “Management 4 Scientists”, corso manageriale per chimici

Sviluppato da LIUC Business School in collaborazione con Federchimica, il Corso si rivolge a giovani talenti in materie scientifiche per sviluppare profili professionali “all-round”, capaci di presidiare non solo la dimensione tecnica, ma anche gli aspetti di matrice manageriale richiesti dalle imprese chimiche.

Nelle imprese tecnologiche, come quelle operanti nell'industria chimica, i laureati in materie

tecnico-scientifiche hanno un ruolo fondamentale perché svolgono funzioni essenziali, come quelle nei laboratori di analisi o ricerca.

Nella loro crescita professionale questi professionisti possono anche cogliere opportunità in ambiti meno tecnici come il regulatory affairs, il marketing o le vendite. In entrambi i casi è necessario avere una cultura aperta agli aspetti economici e gestionali.

Il percorso

“Management 4 Scientists: Corso di formazione avanzata per laureati in discipline tecnico-scientifiche” sviluppato da LIUC Business School in collaborazione con Federchimica, si rivolge a giovani talenti in materie scientifiche per sviluppare profili professionali “all-round”, capaci di presidiare non solo la dimensione tecnica, ma anche gli aspetti di matrice manageriale oggi sempre più indispensabili per lo sviluppo professionale nelle imprese chimiche.

Il percorso, articolato in 10 giornate di formazione, si propone quale occasione privilegiata per acquisire le conoscenze, le competenze e le abilità chiave su aspetti organizzativi, gestionali, di management e relazionali e si arricchisce di strumenti di apprendimento e metodologie didattiche innovative e partecipative, di un workshop tematico a cura di Federchimica e di testimonianze di valore di manager e imprenditori del settore chimico.

Destinatari

Il percorso si rivolge a giovani laureandi e laureati in discipline tecnico-scientifiche e, in particolare, ai laureandi e laureati in chimica, chimica industriale e ingegneria chimica o neoassunti in possesso delle stesse lauree.

Obiettivi

- Sviluppare un patrimonio solido di conoscenze e competenze economiche, gestionali e organizzative essenziali per affrontare la complessità e la dinamicità che oggi interessa le aziende che operano nei settori dell'industria chimica;
- Trasmettere i principali modelli e strumenti necessari per gestire in modo efficiente ed efficace le risorse aziendali;
- Identificare e approfondire le soft skills;

Notizie da Federchimica

- Arricchire la propria formazione attraverso il confronto con persone provenienti dal mondo aziendale;
- Integrare apprendimenti, sperimentazione ed azione, attraverso metodi didattici innovativi e partecipativi.

Iscrizioni

Le richieste di iscrizione sono valutate su base continua fino al raggiungimento del numero massimo di partecipanti.

La domanda di iscrizione deve essere perfezionata entro il 10 giugno 2022 compilando il form online. L'iscrizione si considera completata trasmettendo alla segreteria copia del bonifico bancario e del Curriculum Vitae.

Per maggiori informazioni visita il sito [Liuc Business School](#)

[Sfoggia la brochure](#)



Nuovo Presidente per PlasticsEurope Italia

Stefano Soccol è il nuovo Presidente di Federchimica PlasticsEurope Italia.

Il Consiglio Direttivo di PlasticsEurope Italia, l'Associazione di settore che rappresenta i produttori di materie plastiche, ha eletto all'unanimità il Presidente Stefano Soccol che succede a Mario Ceribelli.

"Sono onorato di assumere questo ruolo" ha dichiarato il neo Presidente" proseguendo l'impegno di chi mi ha preceduto, in un momento particolare - come quello attuale - caratterizzato da grandi trasformazioni per l'industria delle materie plastiche.

È di vitale importanza affermare il contributo indispensabile delle plastiche per affrontare la transizione ecologica, che potrà realizzarsi in modo concreto anche grazie ai nostri materiali e alle tante attività portate avanti dalle aziende del settore per un'economia sempre più circolare".

Laureato in ingegneria chimica al Politecnico di Milano, con oltre 30 anni di esperienza nell'industria chimica, Stefano Soccol ricopre attualmente il ruolo di Direttore della Business Unit Polyethylene & Intermediates in Versalis (Eni) e dal 2019 è componente del Consiglio Direttivo di PlasticsEurope Italia.

Change is here

ChemPubSoc Europe has transformed into Chemistry Europe.



Our mission is

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

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

Chemistry Europe

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

www.chemistry-europe.org

Batteries & Supercaps

ChemBioChem

ChemCatChem

ChemElectroChem

ChemistryOpen

Chemistry-Methods

ChemistrySelect

ChemMedChem

ChemPhotoChem

ChemPhysChem

ChemPlusChem

ChemSusChem

ChemSystemsChem

Pills & News



I primi display elastici, si adattano alle superfici

Pronti i primi display elastici: possono essere allungati, modellati in 3D, accartocciati e adattarsi alle superfici alle quali devono aderire.

Sono il primo passo per i display del futuro che permetteranno un nuovo tipo di interazione virtuale. A riuscire a svilupparli, usando materiali plastici conduttivi Apled è stato un gruppo di ricerca guidato da Zhenan Bao

dell'università americana di Stanford e pubblicati sulla rivista *Nature*.

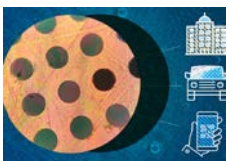
Uno dei grandi limiti degli schermi è da sempre la loro rigidità e per questo da anni una delle grandi sfide tecnologiche è stata la ricerca di materiali elettronici flessibili (Fonte ANSA).



I sensori ispirati ai semi di dente di leone

Sensori wireless che si spostano con il vento, proprio come accade ai semi del dente di leone, e con piccoli pannelli solari al posto della batteria: li hanno realizzati ricercatori dell'Università di Washington, per monitorare temperatura, umidità e altri fattori in ambienti vasti come foreste o campi coltivati. Lo studio, pubblicato sulla rivista *Nature*, apre le porte a molte possibili applicazioni, tra cui

l'agricoltura digitale del futuro e il monitoraggio ambientale in relazione al cambiamento climatico. "Il nostro prototipo dimostra che si può usare un drone per rilasciare migliaia di dispositivi in una volta sola: questi saranno poi sparsi in giro dal vento, creando quindi una rete di 1.000 sensori con un solo lancio", commenta Shyam Gollakota, uno degli autori. "È un risultato straordinario per il settore - aggiunge - perché attualmente ci vogliono mesi per posizionare manualmente i sensori nell'ambiente che si vuole monitorare". Uno dei sensori wireless ispirati ai semi di dente di leone (fonte: Mark Stone/University of Washington). Ispirati da come i denti di leone utilizzano il vento per disperdere i propri semi, i ricercatori guidati da Vikram Iyer hanno sviluppato dei minuscoli dispositivi su cui sono collocati almeno 4 sensori, in grado di essere spostati dal vento mentre cadono verso il suolo (Fonte ANSA).



Il nuovo materiale forte come l'acciaio e leggero come la plastica

Un materiale 'impossibile', più forte dell'acciaio e leggero come la plastica, è stato messo a punto negli Stati Uniti, nei laboratori del Massachusetts Institute of Technology (Mit), e ha le caratteristiche per essere prodotto in grandi quantità.

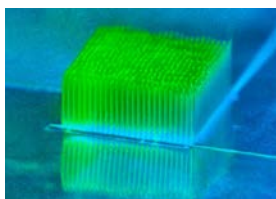
Oltre che per le sue caratteristiche singolari, è giudicato impossibile perché finora si riteneva che un polimero non potesse avere solo due dimensioni. Descritto sulla rivista *Nature* dal gruppo di Yuwen Zeng e Michael Strano, il nuovo materiale ha già davanti a sé molte possibili applicazioni, dai rivestimenti delle automobili o per i telefoni cellulari, elementi di ponti e altre strutture ingegneristiche. "Di solito non pensiamo alla plastica come capace di sostenere un edificio, ma grazie a questo nuovo materiale dalle proprietà diventa possibile fare cose nuove", osserva Strano. Le catene polimeriche possono essere assemblate in strutture tridimensionali. La possibilità di assemblarle in strutture a due dimensioni era ipotizzata da decenni, ma raggiungere questo obiettivo era considerato impossibile a causa della difficoltà di impedire ai monomeri di ruotare, uscendo dal piano ed espandendosi così in tre dimensioni. Il gruppo del Mit è riuscito a superare il problema mettendo a punto un nuovo processo di polimerizzazione che permette di generare un foglio bidimensionale chiamato poliaramide assemblando unità di un composto chiamato melamina. In condizioni ottimali, queste unità si sviluppano in due dimensioni, formando strutture a forma di disco tenute insieme da legami idrogeno tra gli strati, che rendono la struttura molto stabile e resistente (Fonte ANSA).



Nuovi pannelli solari generano acqua a partire dall'aria

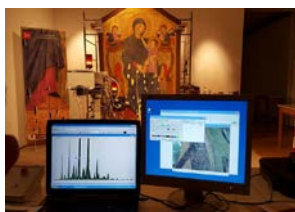
Acqua generata dall'umidità presente nell'aria, anche in climi molto aridi: ora è possibile grazie a innovativi pannelli solari, che producono energia pulita mentre utilizzano l'acqua per irrigare coltivazioni. Li hanno realizzati grazie ad un

particolare idrogel ricercatori dell'Università di Scienza e Tecnologia King Abdullah, in Arabia Saudita (Kaust), pubblicando lo studio sulla rivista *Cell Reports Physical Science*. Il sistema, chiamato WEC2P, è formato da un pannello fotovoltaico posizionato sopra uno strato di idrogel. Il tutto è montato sopra una grossa scatola metallica che permette la condensazione e la raccolta dell'acqua. L'idrogel, sviluppato in una ricerca precedente, è in grado di assorbire il vapore acqueo presente nell'aria e di rilasciarlo sotto forma di liquido quando è riscaldato dal calore generato dai pannelli. La presenza di questo strato, inoltre, aumenta l'efficienza del pannello fotovoltaico di circa il 9%, poiché ne assorbe il calore in eccesso mantenendo più bassa la temperatura. I ricercatori guidati da Renyuan Li hanno messo alla prova il loro sistema per due settimane nel mese di giugno, in Arabia Saudita, irrigando 60 semi di spinaci soltanto con l'acqua così ottenuta. Nel corso del test, i pannelli fotovoltaici (delle dimensioni di un grosso tavolo) hanno prodotto 1.519 watt di elettricità all'ora e circa 2 litri di acqua, che hanno consentito a 57 dei 60 semi di germogliare e crescere regolarmente. I ricercatori sono ora al lavoro per rendere l'idrogel ancora più efficiente e permettere così l'utilizzo del sistema su larga scala (Fonte ANSA).



Batteri in mini-grattacieli 3D per produrre energia pulita

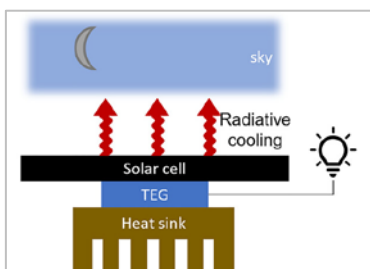
Mini grattacieli popolati da batteri capaci di convertire la luce in elettricità: potrebbe essere una nuova soluzione per generare elettricità pulita usando solamente acqua e Sole. A mettere a punto questi micro-condomini stampati in 3D, pensati per ottimizzare le caratteristiche di alcuni batteri capaci di produrre elettricità, è stato il gruppo di ricerca dell'Università britannica di Cambridge coordinato da Jenny Zhang e il risultato è pubblicato sulla rivista *Nature Materials*. La sfida alla crisi climatica impone sempre più lo sviluppo di nuove soluzioni per la produzione di energia in forma pulita e sostenibile ma, nonostante i grandi progressi fatti finora, le attuali tecnologie rinnovabili, come le celle solari a base di silicio e i biocarburanti, ci sono ancora gravi limiti al loro utilizzo massiccio. Tra tutti, le difficoltà di estrazione di alcuni elementi necessari e la dipendenza dai pochi fornitori, la difficoltà del riciclo dei pannelli, e infine la perdita di terreni coltivabili e di biodiversità. Una soluzione potrebbe arrivare allora dai sistemi fotosintetici, ossia l'uso di batteri capaci di trasformare acqua e luce del Sole in elettricità. Una tecnologia promettente, ma che finora si era dovuta scontrare su alcuni ostacoli finora molto limitanti, in particolare la scarsa resa elettrica dei batteri. Per aggirare il problema i ricercatori britannici hanno ora progettato un sistema di mini-colonie batteriche, una sorta di grattacieli in vetro in cui far crescere un numero di batteri enormemente più grande di quanto fatto finora. Alimentati con acqua e Sole i minuscoli abitanti dei grattacieli stampati in 3D sono in grado di produrre l'energia necessaria per sostenersi e rilasciare elettroni che vengono catturati dai materiali conduttivi di cui sono formati gli 'edifici'. Una soluzione che ha permesso di migliorare la resa elettrica di oltre un ordine di grandezza rispetto ai dispositivi analoghi proposti finora e che potrebbe aprire concretamente la strada verso l'elettricità dalla fotosintesi (Fonte ANSA).



I segreti del 'finto oro' di Cimabue svelati ai raggi X

Scoperta la causa dell'imbrunimento del 'finto oro' usato da Cimabue nella sua celebre opera 'La Maestà di Santa Maria dei Servi' a Bologna: il fenomeno è imputabile principalmente all'umidità e può aggravarsi con l'esposizione alla luce. Lo dimostrano le analisi condotte ai raggi X presso il sincrotrone Esrf di Grenoble e il centro di ricerca Desy di Amburgo da un team guidato dall'Istituto di scienze e tecnologie chimiche 'Giulio Natta' (Scitec) del Consiglio nazionale delle ricerche e dall'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, in collaborazione con l'Università di Perugia e l'Università di Anversa (Belgio). I risultati, pubblicati su *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, saranno utili per la messa a punto di strategie di conservazione preventiva dell'opera del pittore fiorentino e di quelle realizzate con la stessa tecnica da altri artisti. La doratura, infatti, caratterizza molti dipinti dei celebri maestri dell'arte sacra italiana del tardo Medioevo: l'oro, simbolo di regalità e devozione a Dio, era adoperato in foglia per impreziosire sfondi e dettagli decorativi, ma a causa dei costi elevati, il suo impiego era in genere circoscritto alla creazione dei dettagli più preziosi, come le aureole. Per decorazioni più estese veniva spesso usata una miscela composta da polvere d'argento metallico e orpimento, cioè un pigmento giallo simile all'oro ma destinato col tempo a scurire e perdere lucentezza, proprio come nell'opera di Cimabue. L'analisi al sincrotrone di un paio di micro-frammenti della pala cimabuesca dimostra che "l'imbrunimento è dovuto alla formazione di solfuro

d'argento, un composto nero, che, per intenderci, è lo stesso materiale responsabile dell'annerimento di tanti oggetti o gioielli fatti d'argento", spiega Letizia Monico, ricercatrice del Cnr-Scitec e prima autrice dello studio. "La trasformazione chimica, promossa dall'esposizione all'umidità e/o alla luce, è accompagnata dalla formazione di ulteriori composti di degrado biancastri, quali solfati ed arseniati". Lo studio, integrato con indagini su provini pittorici a tempera invecchiati artificialmente, dimostra che "l'orpimento originale, per reazione con l'argento metallico, si trasforma in solfuro d'argento e in ossidi d'arsenico in condizioni di elevata umidità relativa percentuale e/o in presenza di luce", aggiunge Aldo Romani, professore associato dell'Università di Perugia e co-autore del lavoro. Si è così giunti alla conclusione che due sono i fattori su cui agire per mitigare e rallentare il processo d'imbrunimento de la Maestà: esporre il dipinto a livelli di umidità relativa percentuale non superiori a circa il 30% e mantenere l'illuminazione ai valori standard previsti per i materiali pittorici sensibili alla luce (Fonte ANSA).



I primi pannelli solari che producono energia anche di notte

Arrivano i primi pannelli solari in grado di produrre energia sia di giorno che di notte, evitando quindi l'utilizzo delle batterie per immagazzinarla e poterla usare dopo il tramonto. Li hanno realizzati ricercatori della Stanford University utilizzando componenti facili da reperire, un fattore essenziale per permetterne la costruzione anche in località remote, dove spesso non si ha accesso all'elettricità durante la notte. Lo studio, pubblicato sulla rivista *Applied Physics Letters*, dimostra inoltre che il sistema può essere incorporato anche

nei pannelli solari già esistenti. Il dispositivo sfrutta il calore generato dalla Terra, un'energia tanto intensa quanto quella che giunge sul nostro pianeta grazie alla radiazione solare. Durante la notte, infatti, le celle fotovoltaiche si raffreddano, raggiungendo una temperatura di alcuni gradi al di sotto di quella dell'aria circostante: è proprio questa differenza di temperatura che i ricercatori sono riusciti a sfruttare per produrre elettricità anche nelle ore di buio. Gli autori dello studio hanno dimostrato l'efficienza del dispositivo sia durante il giorno, quando fornisce energia aggiuntiva alla cella solare convenzionale funzionando al contrario, sia di notte. L'innovativa cella fotovoltaica è in grado di generare 50 milliwatt di potenza per metro quadrato, il che significa che per l'illuminazione notturna sarebbero necessari circa 20 metri quadrati di pannelli solari. I ricercatori puntano ora a rendere il sistema ancora più efficiente: "Nessuno dei componenti utilizzati è stato progettato specificamente per questo scopo", commenta Shanhui Fan, uno degli autori, "quindi penso che ci siano margini di miglioramento" (Fonte ANSA).



Società Chimica Italiana

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

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

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

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

Nuova iscrizione

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

Contatti

Sede Centrale

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

Ufficio Soci Sig.ra Paola Fontanarosa

E-mail: ufficiosoci@soc.chim.it

Segreteria Generale Dott.ssa Barbara Spadoni

E-mail: segreteria@soc.chim.it

Amministrazione Rag. Simone Fanfoni

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

Supporto Utenti

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

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

Redazione "La Chimica e l'Industria"

Organo ufficiale della Società Chimica Italiana

Anna Simonini

P.le R. Morandi, 2 - 20121 Milano

Tel. +39 345 0478088

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