

LA CHIMICA & L'INDUSTRIA

ANNO 95

 Organo Ufficiale della Società Chimica Italiana

EVAPORATORI A MULTIPLO EFFETTO

EFFICIENZA ENERGETICA
PER UN RAPIDO R.O.I.





Babcock Wanson
Italiana
Groupe **ENIM**

TECNOLOGIE AMBIENTALI al SERVIZIO dell'INDUSTRIA



PROGETTAZIONE, COSTRUZIONE, MONTAGGIO

Babcock Wanson Italiana opera da oltre sessant'anni sul mercato termotecnico industriale e può vantare migliaia di realizzazioni in tutto il mondo

Babcock Wanson Italiana si occupa anche di: progettazione, costruzione e montaggio di impianti di abbattimento di emissioni gassose e miste, generate da processi industriali di varia natura

Ad oggi, abbiamo realizzato oltre 330 impianti nelle seguenti tipologie:

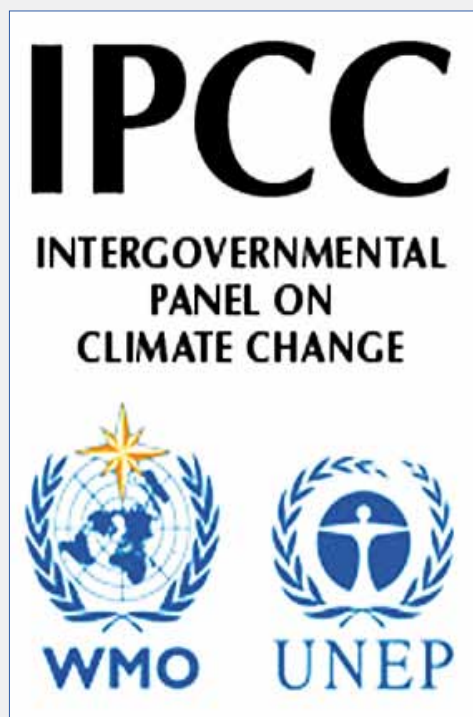
- Combustori rigenerativi ceramici
- Combustori rigenerativi ceramici con recupero di calore,
- Combustori termici deodorativi con recupero di calore,
- Combustori termici con recupero di calore,
- Rotoconcentratori a zeoliti,
- Combustori per liquidi e misti

Le altre linee di produzione di **Babcock Wanson Italiana** sono costituite da: Caldaie industriali ad olio diatermico, caldaie industriali ad acqua surriscaldata, caldaie industriali a vapore: a tubi da fumo e vaporizzazione istantanea, Scambiatori di calore, Trattamento acque primarie, Generatori di aria e gas caldi per essiccazione, Ricuperatori di calore, Centrali termiche chiavi in mano.

Babcock Wanson Italiana è certificata UNI EN ISO 9001-2000 DNV Italia

Babcock Wanson Italiana s.p.a.
Via Roma, 147 - Cavenago Brianza
20873 (MB) MILANO (Italia)
Tel: +39 02 95 91 2.1 r.a.
Fax: +39 02 95 01 92 52
bwi@babcock-wanson.com
www.babcock-wanson.it

Sui cambiamenti climatici occorre essere tutti d'accordo



L'IPCC, organismo delle Nazioni Unite, fondato nel 1988, ha presentato il suo quinto rapporto sulle previsioni dei futuri cambiamenti climatici causati dall'uomo sulla base dei risultati e delle considerazioni degli scienziati invitati alla riunione di Stoccolma del 23-26 settembre 2013. Di seguito sono riportate alcune delle conclusioni del rapporto. Gli ultimi tre decenni sono stati i più caldi dal 1850, quando sono iniziate le misure termometriche a livello globale; in particolare il periodo 1983-2012 "probabilmente" è stato il trentennio più caldo degli ultimi 1400 anni. Dal 1950 sono stati osservati cambiamenti negli eventi estremi meteorologici e climatici; "molto probabilmente" il numero di giorni e notti fredde è diminuito e il numero di giorni e notte calde è aumentato; ci sono "probabilmente" più terre emerse con un aumento del numero di eventi di intensa precipitazione rispetto a una diminuzione del loro numero in Europa e Nord America e la frequenza o l'intensità di precipitazioni intense (o estreme) è "probabilmente" aumentata. Le calotte glaciali in Groenlandia e Antartide hanno perso massa negli ultimi due decenni, in particolare la calotta glaciale in Groenlandia ha perso massa in maniera più veloce negli ultimi anni: "molto probabilmente" il tasso medio di diminuzione è aumentato negli ultimi dieci anni. È "virtualmente certo" che il tasso di innalzamento del livello globale medio marino è accelerato negli ultimi due secoli. È "estremamente probabile" che più della metà dell'aumento osservato della temperatura superficiale dal 1951 al 2010 è stato provocato dall'effetto antropogenico sul clima (emissioni di gas-serra, aerosol e cambi di uso del suolo). Si avrà un aumento da

2 a 4 °C delle temperature globali a fine secolo ed un aumento da 50 a 80 cm del livello del mare a fine secolo. I ghiacci continueranno a fondere ed in particolare l'estensione annuale dei ghiacci artici sarà soggetta a diminuzione nel corso del secolo.

In conclusione secondo l'IPCC le emissioni di gas serra da parte delle attività umane sono "molto probabilmente" la causa del riscaldamento degli oceani, della fusione dei ghiacci, della riduzione della copertura nevosa, dell'innalzamento del livello medio globale marino e della modifica di alcuni estremi climatici avvenuti nella seconda metà del XX secolo.

Una delle caratteristiche delle diverse conclusioni è che in quasi tutte è anteposta la premessa che esse sono "molto probabili", e così ci sono molti scienziati che non credono a cambiamenti climatici causati dall'uomo.

Proprio a settembre l'NIPCC (Non Governmental International Panel Climate Change), costituito essenzialmente da ricercatori americani, ha pubblicato un documento con conclusioni completamente opposte a quelle dell'IPCC. Secondo questa organizzazione non c'è nessuna correlazione fra aumenti della temperatura nei 150 anni passati e le emissioni di CO₂ dovute all'uomo; inoltre gli aumenti di CO₂ non possono presentarsi come un problema, infatti la CO₂ è un nutriente vitale usato dalla piante ed il suo incremento favorisce l'aumento della vegetazione.

Tuttavia il reale impatto dei risultati del rapporto dell'IPCC sulle attività umane dei prossimi anni, non è condizionato dalle critiche di diversi scienziati alle loro conclusioni, ma dagli esiti della riunione che ci sarà in Polonia quest'anno dei rappresentanti dei diversi governi di tutto il mondo. Lo scopo di questo incontro è quello di proporre un nuovo trattato internazionale come continuazione di quello di Kyoto del 1997, trattato che non potrà assolutamente accettare che nazioni grandi emettitrici di gas serra come gli Stati Uniti e la Cina non partecipino, come è stato per Kyoto. Se queste nazioni non si adegueranno sarà solo un forte peso economico per i Paesi firmatari, come è stato per Kyoto, con scarsi effetti benefici sul clima. Il principio di precauzione è la motivazione che fa diventare accettabile il "probabilmente" che varrà solo se ci sarà un accordo mondiale, come quello sull'eliminazione dei gas che distruggevano lo strato di ozono stratosferico, o quasi mondiale, come è quello sulla distruzione delle armi chimiche che ha portato quest'anno l'organizzazione che la controlla (OPCW) al premio Nobel per la Pace.

SOMMARIO

summary



In copertina: **TECAM SRL**
Via San Martino, 11c
35129 Padova
Tel. +39 049 8070650
www.tecam.it

1 EDITORIALE

Sui cambiamenti climatici
occorre essere tutti d'accordo
di Ferruccio Trifirò

4 BUSINESS news

16 ADVERTORIAL

VTA - MITEC

23 CHIMICA & MERCATO

Chemical Report

ATTUALITÀ - PERSONAGGI - TREND

Attualità

I NOBEL PER LA CHIMICA E LA FISICA 2013
I vincitori

1° EUROPEAN BIOTECH WEEK (EBW)
Una settimana da biotech

IV EDIZIONE DELLA GUIDA REACH
Le nuove norme europee del comparto

26 COVER STORY

Tecam, società operante da oltre vent'anni nel settore del trattamento dei reflui industriali, è in grado di definire tramite accurati studi di fattibilità le migliori tecnologie per il trattamento delle acque derivanti dalla bonifica dei terreni, valutando attentamente il rapporto tra costi e benefici degli investimenti, in vista di un rapido raggiungimento del Return On Investment.

30 FOCUS ON

Da sempre, l'impegno a tutela delle risorse naturali coinvolge a trecentosessanta gradi le soluzioni e i processi produttivi dell'azienda guidata da Giorgio Squinzi. Non solo i prodotti Mapei sono conformi ai più severi requisiti normativi internazionali, ma le nuove strutture aziendali sono state ideate e realizzate puntando sul risparmio energetico e sulla salute e sicurezza del personale che vi lavora e delle comunità locali.

34 GRANDANGOLO

Nel 1993 nasceva Ital Control Meters da un'idea tra due colleghi strumentisti, Gianantonio Favalessa e Roberto Checchinato, i futuri soci che hanno deciso di mettersi in gioco e fare impresa dopo quasi dieci anni di esperienza nel settore della distribuzione di strumentazione per il controllo del processo.

38 REPORTAGE

A Crescentino, inaugurato il primo impianto al mondo per la produzione di biocarburanti di seconda generazione: la bioraffineria di Beta Renewables (Gruppo Mossi Ghisolfi) produrrà a regime 75 milioni di litri annui di bioetanolo di seconda generazione, sfruttando prodotti agricoli residui.

43 DOSSIER AMBIENTE

68 meeting & exhibition EVENTI



26

Compatibilità Sostenibilità & Green Building



30



I primi 20 anni di Ital Control Meters

34



38

sommario summary

LEGGETE E INTERVENITE SU

"IL BLOG DELLA SCI"

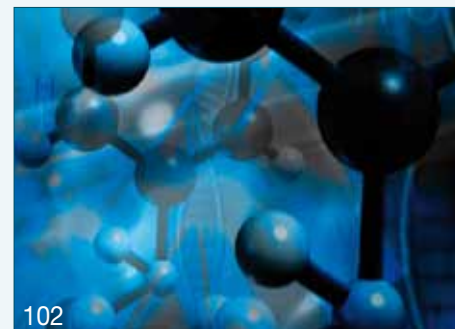
[HTTP://ILBLOGDELLASCI.WORDPRESS.COM](http://ilblogdellasci.wordpress.com)



72



88



102



82



95



114

Attualità

I pericoli di un pianeta inquieto
di Sergio Carrà 72

Il Congresso Internazionale di Cristallografia MISSCA 2013
di Norberto Masciocchi, Simona Galli, Antonietta Guagliardi 78

2MEMed-Massa2013
di Gianluca Giorgi 81

Chimica &...

SICUREZZA

The Two Faces of Arsenic Compounds under Controls of OPCW and Reach
by Ferruccio Trifirò 82

NATTA

Giulio Natta fra il premio Nobel e le battaglie brevettuali in Usa
di M. Vittoria Primiceri, Alessandro Piras 88

AMBIENTE

Composti organici volatili prodotti da muffe
di Manuela Rovea, Cinzia Lanzoni, Diego Zorzi, Gianni Formenton, Franco Schiavon, Massimo Baldin 95

MATERIALI

Le nanotecnologie: modelli, progressi, campi di applicazione e sviluppi futuri
di Luigi Campanella, Dalina Lelo 102

SISTEMI BIOLOGICI

Ismec 2013 Symposium and 6th Edition of Pulidori Award
by Begoña Garcia Ruiz 109

Trappola per $^{99}\text{TcO}_4^-$ in acqua
di Greta Bergamaschi 110

BENI CULTURALI

La datazione della Sindone mediante radiocarbonio
di Claudio Botrè 114

Flashback

RIVISITANDO

Una riflessione sul mercato globale del polipropilene: il picco di Hubbert
di Salvatore Mazzullo, Anna Fait 120

PAGINE DI STORIA

Sul filo di lana: Beer, Bernard e la legge dell'assorbimento
di Marco Taddia 125

Daniel Rutherford e la scoperta dell'azoto
di Paolo Cardillo 130

Cent'anni di atomo
di Francesco Neve 133

Recensioni

LIBRI 136

Highlights

AMBIENTE
di Luigi Campanella 138

TECNOLOGIE INNOVATIVE
a cura di Pierfausto Seneci 139

LA CHIMICA ALLO SPECCHIO
di Claudio Della Volpe 140

Sci Informa

Informazioni dalla Società Chimica Italiana 141

■ EFFICIENZA ENERGETICA

Nasce il "Coordinamento della cogenerazione" made in Italy



Le tre associazioni **Cib** (Consorzio italiano biogas e gassificazione), **Cogena** (Associazione italiana per la promozione della cogenerazione) e **Italcogen** (Associazione dei produttori e distributori di impianti di cogenerazione) hanno costituito il primo "Coordinamento della cogenerazione" made in Italy. Le rispettive delegazioni - di cui hanno fatto parte **Pierluigi Corsini**, il presidente di Cogena, **Silvio Rudy Stella**, presidente di Italcogen e **Giorgio Cavagnera**, vicepresidente di Cogena (nella foto) - si sono incontrate a Rimini Fiera per porre al centro dell'attenzione il

sostegno e la promozione dell'efficienza energetica. A questo proposito i partecipanti al tavolo hanno espresso l'importanza di un più vigoroso sostegno allo sviluppo dei Sistemi di Utente nell'obiettivo di una sempre maggiore diffusione della generazione distribuita. Tra gli obiettivi del coordinamento è scaturita anche l'esigenza di elaborare un Position paper di settore che possa rispondere ai principali quesiti degli operatori. Dall'incontro è emersa l'esigenza di avviare una collaborazione tecnologica e scientifica nella consapevolezza di poter offrire non solo uno strumento di tutela per le imprese, ma anche di poter delineare una visione di strategia energetica più sostenibile per il futuro del Paese.

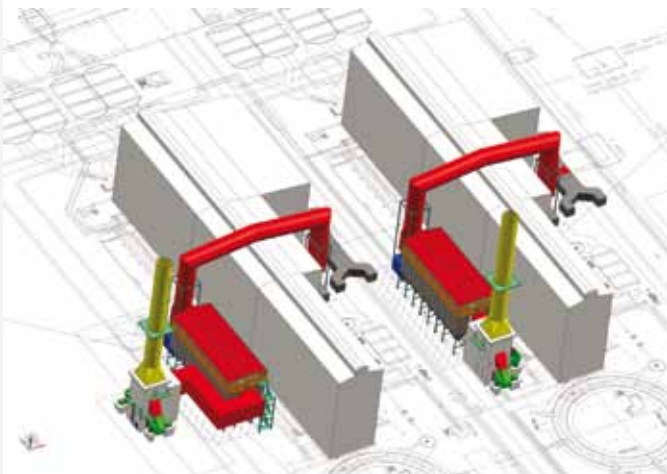
Per **Angelo Baronchelli** vicepresidente di CIB Consorzio Italiano Biogas e Presidente di Ab Energy: "Questo incontro ha esteso le nostre prospettive, fornendoci un'idea d'insieme che superi il momento attuale del settore e dell'intera economia creando una prospettiva di crescita per il settore industriale ed agricolo". Gli impianti di cogenerazione, a gas naturale, biogas e biomasse, installati si aggirano intorno ai 10 mila MW. Inoltre, secondo un recente studio condotto dall'Eea, l'Agenzia europea per l'ambiente, nel 2020 l'Italia sarà uno dei paesi europei più ricchi di bioenergia, insieme a Francia, Germania, Spagna, Polonia e Romania.

Nel biogas già oggi siamo al secondo posto in Europa dietro la Germania con una filiera attiva di circa mille impianti: di questi, il 70% realizzato da aziende italiane, con benefici economici, ambientali e di efficienza per l'intero sistema energetico.

■ SIEMENS

Depolveratori per l'Ilva di Taranto

Siemens Metal Technologies ha recentemente ricevuto dall'Ilva l'ordine per la fornitura degli impianti di depolverazione secondaria per due linee di agglomerazione dello stabilimento di Taranto. I nuovi impianti - la cui messa in servizio è stata stimata per i primi mesi del prossimo anno - permetteranno di trattare 1,5 milioni di metri cubi reali all'ora e di ridurre le emissioni polverose al di sotto di 10 milligrammi per metro



cubo standard. Questo valore è di gran lunga inferiore rispetto al limite imposto dalle vigenti normative. I nuovi impianti di depolverazione che saranno forniti da Siemens sostituiranno l'attuale sistema che è basato su precipitatori elettrostatici, che risultano obsoleti dal punto di vista tecnico, caratterizzati dall'impiego di filtri a maniche a lunga durata.

Lo scopo di fornitura comprende, inoltre, i condotti del gas sporco, i ventilatori, il camino e un sistema di automazione integrato. In aggiunta, uno speciale controllo del filtro garantirà una depolverazione efficace anche in condizioni operative mutevoli. Siemens si occuperà anche della configurazione e dell'installazione degli equipaggiamenti.

Con una capacità produttiva annua superiore a undici milioni di tonnellate, lo stabilimento Ilva di Taranto è il più grande d'Europa e fornisce circa il 30% dell'acciaio utilizzato nel nostro Paese. Ilva fa parte del gruppo Riva, con sede a Milano.

IL GRUPPO AB AL SERVIZIO DELL'INDUSTRIA PER OTTIMIZZARE LA SPESA ENERGETICA

COGENERAZIONE PER L'INDUSTRIA:

PIÙ EFFICIENZA, MENO COSTI.

Il più importante Gruppo italiano
nel settore degli impianti di cogenerazione
mette a disposizione soluzioni mirate
per ogni settore industriale al fine
di migliorare l'efficienza ed abbattere i costi.
Ora più che mai un'opportunità strategica
per la competitività delle aziende.



L'efficienza energetica costituisce una voce fondamentale nelle politiche industriali, soprattutto oggi che è necessario confrontarsi con una situazione economica difficile e mercati sempre più competitivi. In molteplici settori industriali, quelli più energivori e che richiedono un uso intenso e coordinato di elettricità e calore, la cogenerazione è la scelta più efficace per ottenere una riduzione dei costi fino al 30%. Benefici oggettivi e misurabili. A ciò si affianca il significativo contenimento delle emissioni di CO₂, che ha portato la Comunità Europea ad indicare questa tecnologia come una delle più affidabili per la realizzazione

dell'impegno ambientale di tutta l'Unione.

Il Gruppo AB di Orzinuovi (Brescia), la più importante realtà italiana nel settore della cogenerazione e una delle maggiori in Europa, mette a disposizione dell'industria la soluzione Ecomax®. Un prodotto industriale per la cogenerazione, basato sui principi della versatilità, della modularità e della compattezza, capace di unire queste caratteristiche distintive ad elevate performance energetiche. Un'idea concepita e sviluppata interamente in AB, evoluta nella gamma e nelle possibilità applicative fino a diventare il principale rife-

rimento tecnologico e di mercato della cogenerazione moderna. La linea Ecomax® assicura livelli di rendimento con vette del 98% di disponibilità di esercizio dell'impianto che permettono di rientrare dall'investimento in tempi certi.

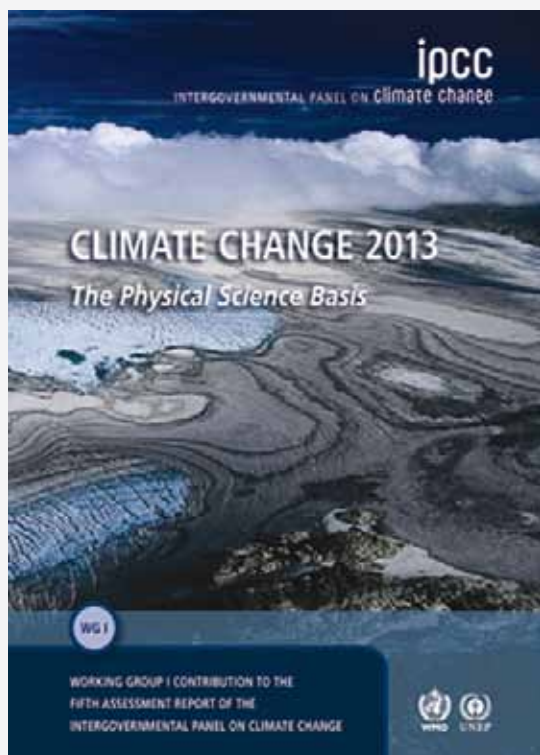
Con la consulenza degli specialisti AB si può individuare la taglia idonea dell'impianto in ragione delle proprie concrete esigenze energetiche, avvalendosi di una proposta "chiavi in mano", dal supporto pratiche autorizzative fino all'assistenza di un service dedicato (AB Service).



La soluzione modulare Ecomax® NGS per la cogenerazione a gas metano.

AB | AB Energy

www.gruppoab.it | tel. +39 030 9400100



■ RAPPORTO IPCC Il global warming non si arresta

Illustrato a Stoccolma il Sommario del quinto rapporto sui cambiamenti climatici, cui hanno contribuito tre ricercatori dell'Isac-Cnr. Confermati il riscaldamento dell'atmosfera e degli oceani, lo scioglimento dei ghiacci, l'innalzamento del livello del mare, l'aumento della CO₂. L'attività antropica rappresenta una causa fondamentale di questi fenomeni. Il Sommario per i policy maker del Working Group 1 ('Le basi scientifiche del cambiamento climatico') del V Assessment Report (AR5), a cui hanno contribuito nel complesso oltre 200 autori principali, 600 autori contributori e 50 curatori, oltre a 1.500 revisori di tutto il mondo, conferma le tendenze sui cambiamenti climatici e, in particolare l'aumento della temperatura dell'atmosfera e degli oceani, l'incremento del livello del mare e la diminuzione dell'estensione e del volume del ghiaccio terrestre riscontrati a partire dal 1950. Molti di questi fenomeni non hanno precedenti su una scala temporale che va dalle decine di anni ai millenni.

Dall'inizio del XX secolo la temperatura media del pianeta è cresciuta di 0,89°C, mentre il livello del mare è cresciuto in media di 19 cm. Inoltre, i ghiacciai dell'intero pianeta stanno perdendo massa e la copertura di ghiaccio dell'Artide sta diminuendo.

Elemento chiave del rapporto è l'anidride carbonica (CO₂), principale responsabile del cambiamento in atto tra i gas serra: la concentrazione di biossido di carbonio nell'atmosfera è cresciuta di più del 20% rispetto al 1958 e di circa il 40% dal 1750.

È molto probabile che le attività antropiche, l'uso dei combustibili fossili e la deforestazione

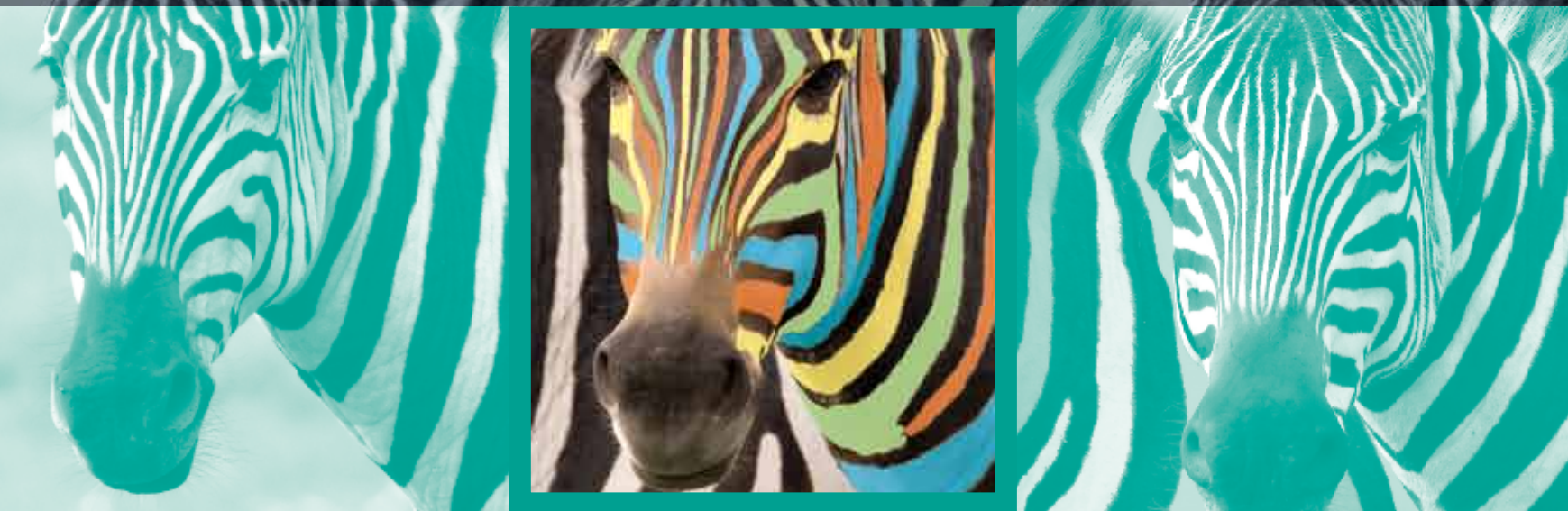
abbiano causato più della metà dell'aumento di temperatura, che a sua volta ha causato il riscaldamento degli oceani, lo scioglimento dei ghiacci, l'acidificazione degli oceani, l'innalzamento dei mari e l'intensificarsi di alcuni fenomeni estremi nella seconda metà del XX secolo. Le proiezioni per il futuro, basate su modelli matematici, indicano un'ulteriore crescita della temperatura: le emissioni di gas serra stanno causando cambiamenti climatici in tutte le aree del pianeta, anche se non in misura uniforme.

■ IX RAPPORTO ISPRA Qualità dell'Ambiente urbano

È stato recentemente presentato dal Ministro dell'ambiente Orlando il IX Rapporto ISPRA sulla Qualità dell'Ambiente Urbano. Prendendo in considerazione 60 comuni italiani, per una superficie pari al 4% del territorio nazionale e dove risiede il 24,9% della popolazione l'Istituto ha disegnato la situazione attuale descrivendo la qualità dell'aria e la quantità delle emissioni presenti. Nonostante le emissioni siano in calo un po' ovunque, la presenza di sostanze inquinanti dannose caratterizza in maniera negativa la nostra atmosfera. Si registrano ancora troppo spesso superamenti dei limiti di PM10 nelle grandi città, dove il traffico intenso e le attività industriali lasciano il segno soprattutto nelle città del Centro-Nord, in Campania e Sicilia. Monossido di carbonio, benzene e biossido di zolfo non destano più preoccupazione anche se rimangono alti i livelli di ozono in quasi tutte le stazioni di monitoraggio esaminate, anche se i livelli sono scesi rispetto agli anni passati. Di importanza vitale per il benessere delle città e della popolazione anche l'acqua. L'ISPRA ha scoperto che il valore medio del consumo di acqua a uso domestico è diminuito di circa il 14,5% rispetto al 2000. Direttamente legata all'acqua vi è la questione delle aree impermeabili. Sembra infatti che siano aumentate le aree impermeabili determinate dall'eccesso di cementificazione del territorio con circa 220mila ettari di territorio trasformati con un consumo di suolo giornaliero pari a quasi 5 ettari di nuovo territorio perso ogni giorno (sono circa 70 a livello nazionale). In testa alla classifica del cemento Napoli e Milano che hanno ormai consumato più del 60% del proprio territorio comunale mentre a Messina, Cagliari e Venezia si trovano le più alte quote di aree naturali protette.



PERCHÈ LIMITARE LE VOSTRE SCELTE?



Scegliete di avere un partner a colori

Un partner fornito di molteplici possibilità, leader mondiale per strumenti di interfaccia a Sicurezza Intrinseca, che vi offre soluzioni complete, progettate sulle vostre specifiche, con certificazioni ATEX, GOST, UL e FM il massimo della garanzia richiesta anche per i mercati internazionali. Con oltre 60 anni di presenza nel settore della sicurezza intrinseca offriamo l'esperienza, l'alta qualità, l'innovazione e la completezza della nostra gamma di prodotti e di supporto.

- Leader mondiale per strumenti di interfaccia a Sicurezza Intrinseca
- Soluzioni “WirelessHart” per zone con pericolo di esplosione
- Soluzioni personalizzabili di Custodie Antideflagranti in Alluminio, Acciaio per impianti Ex d
- Soluzioni per la messa a terra e l'illuminazione, segnalatori luminosi e acustici ATEX
- Soluzioni personalizzabili di Custodie in Poliestere rinforzato per “Control Station” ATEX
- Certificazioni ATEX, Gost, UL, FM
- Supporto globale pre e post vendita, start up, commissioning, training per manutentori e tecnici impiantisti

Pepperl+Fuchs srl
Via delle Arti e Mestieri, 4
20884 Sulbiate (MB) Italia
Tel. 039 6292 1
www.pepperl-fuchs.it

 **PEPPERL+FUCHS**
PROTECTING YOUR PROCESS

■ ABB Nuovo CEO, e acquisizione dei motori Alstom



In casa ABB sono state presentate due importanti novità. Nello scorso mese di settembre il consiglio di Amministrazione di ABB ha nominato Chief Executive Officer all'unanimità **Ulrich Spiesshofer**, che in precedenza aveva ricoperto il ruolo di responsabile della divisione Discrete Automation and Motion (DM). Ulrich Spiesshofer si è unito

al Comitato esecutivo di ABB nel 2005 ed è stato nominato capo della divisione DM nel 2009. In questo ruolo ha raddoppiato i ricavi della Divisione attraverso operazioni di crescita organica e inorganica. Tra le sue operazioni principali, l'integrazione di Baldor - l'acquisizione più ampia mai effettuata da ABB - e l'aumento dei margini, guidato da una svolta nel business della robotica, così come la crescita profittevole e l'inarrestabile esecuzione operativa delle attività dei motori e dei drives. Inoltre, l'azienda ha recentemente reso pubblica l'acquisizione della business unit di Alstom, che produce motori gearless (detti anche wrap-around o motore ad anelli) per applicazioni nel settore minerario.

Il business dei motori ad anelli di Alstom ha sede a Bilbao, in Spagna e occupa complessivamente circa 120 dipendenti. Entrerà a far parte della divisione Process Automation di ABB. I sistemi GMD (Gearless Motor Drive) sono utilizzati nell'industria mineraria per il trattamento di grandi quantità di minerali per estrarre metalli come rame, oro, platino, ferro e molibdeno. "Con questa acquisizione, ABB unisce l'ottima qualità dei motori ad anelli di Alstom con la propria offerta di sistemi GMD, riconfermandosi come primario fornitore di sistemi integrati verticalmente", ha dichiarato Veli-Matti Reinikkala, responsabile della divisione Process Automation di ABB. "Le competenze acquisite e la solida posizione di mercato ci daranno nuove opportunità di crescita".



■ RADICIGROUP Il sostegno del Gruppo a Bergamo Scienza 2013

Da 4 al 20 ottobre si è tenuto BergamoScienza, festival di divulgazione scientifica sostenuto anche quest'anno da Radici Group, che ha animato la città con eventi gratuiti aperti a tutti.

La rassegna ha organizzato conferenze, spettacoli, concerti, laboratori, mostre e, ancora, incontri con Premi Nobel, scienziati di fama internazionale, ricercatori, dimostrando come anche i temi più complessi, possano essere affrontati e divulgati al grande pubblico in modo semplice e facilmente fruibile. A inaugurare questa XI edizione di BergamoScienza è stato l'atteso concerto-conferenza Planetario, evento che RadiciGroup ha deciso di supportare e dedicare al suo fondatore, il Cavaliere del Lavoro Gianni Radici.

Sempre nell'ambito di BergamoScienza il ricordo di Gianni Radici si è concretizzato nel supporto di RadiciGroup ai ragazzi delle scuole elementari e medie di Leffe per la partecipazione a molti dei laboratori didattici che animeranno il Festival. Inoltre, per tutta la durata di BergamoScienza, Piazza della Libertà ha ospitato il Greentainer, progetto architettonico voluto da RadiciGroup e realizzato nel 2008 da Exposure Architects di Bergamo, adibito per l'occasione a originale "Green Info Point".

Il container "verde" si presenta come una struttura non invasiva, dotata di elevata qualità ambientale, in grado di ridurre al minimo l'utilizzo di risorse energetiche non derivanti da fonti rinnovabili.

The Festo logo is displayed in a bold, blue, sans-serif font. It is positioned in the upper right area of the image, above the website address. The background of the entire advertisement is a high-contrast, dark photograph of industrial machinery, specifically a control cabinet with multiple rows of terminal blocks and blue cables plugged into them. The lighting is dramatic, highlighting the metallic surfaces and the vibrant blue of the cables.

FESTO

www.festo.it

Pronte da installare!!

One Stop Shopping di nuova generazione.

Soluzioni in armadi di comando, preassemblate e personalizzate, garantiscono l'affidabilità del sistema. Installazione rapida, adatte per impiego in ambienti gravosi.



■ SAMSON Acquisita Ringo Valvulas

Il gruppo Samson ha annunciato di aver completato l'acquisizione del produttore spagnolo di valvole Ringo Valvulas, con sede a Saragozza. Come conseguenza dell'acquisizione, la gamma di prodotti della multinazionale tedesca Samson include ora anche valvole di grandi dimensioni per livelli di pressione elevati, tipici delle applicazioni nell'industria chimica e petrolchimica, dell'Oil & Gas e del Power. Ringo Valvulas sviluppa e produce valvole a sfera, valvole di regolazione, valvole a globo, valvole di strozzamento, valvole a saracinesca, valvole di ritenzione e valvole a farfalla.

La società ha in portafoglio anche valvole speciali come le valvole sottomarine e valvole a doppio blocco. Fanno ora parte del Gruppo Samson le società Air Torque, Cera System, Kt-Elektronik, Leusch, Pfeiffer, Samsomatic, Starline, Vetec e Ringo Valvulas.

■ Emerson Process Management Ampliate le capacità di assistenza

Nel suo sforzo continuo di potenziare il supporto globale offerto ai clienti, Emerson Process Management ha creato una nuova organizzazione **Flow Lifecycle Care** in grado di offrire un'ampia scelta di servizi per le misure di portata per l'intera gamma dei misuratori di portata Emerson. "La creazione di Flow Lifecycle Care è un ampliamento naturale del nostro impegno volto a espandere il supporto globale e a fornire l'altissimo livello di competenza in materia di misure di portata che i clienti si aspettano da Emerson", ha dichiarato Larry Flatt, Vice-presidente del Gruppo Emerson Process Management. "L'importanza delle misure di portata in quasi ogni settore e applicazione in tutto il mondo fa sì che uno degli obiettivi specifici di Emerson sia accertarsi di supportare attivamente i clienti a massimizzare il proprio investimento." I servizi Flow Lifecycle Care sono disponibili in tutto il mondo grazie a 42 centri servizi regionali e uno staff costituito da oltre 650 persone. L'azienda pianifica altresì di espandere questa rete di supporto.

La nuova organizzazione si concentrerà sull'assistenza e i servizi per le misure di portata per le apparecchiature Emerson Daniel™ Measurement and Control, METCO, Micro Motion®, Regulator Technologies, Rosemount® Flow e Roxar™. Emerson fornisce ai propri clienti un'offerta completa di servizi che includono installazione, avviamento, riparazione, calibrazione, verifica delle misure, consulenza e formazione.



■ SHELL ENERGY EUROPE Nuovo contratto per acquisto gas in Azerbaijan

Shell Energy Europe, la divisione marketing e trading di gas naturale di Royal Dutch Shell, ha sottoscritto un contratto per l'acquisto di gas dal Consorzio Shah Deniz II in Azerbaijan. L'accordo prevede la fornitura di 1 miliardo di metri cubi di gas all'anno dal giacimento, previa decisione finale di investimento sul progetto Shah Deniz II prevista dal Consorzio per la fine dell'anno. Il contratto ha una durata di venticinque anni e la fornitura di gas avrà inizio non prima del 2019. Marco Brun, Country Manager di Shell Italia, ha dichiarato: "Questa fornitura di gas a lungo termine da Shah Deniz II è un'importante opportunità per l'Europa e, in particolare, per l'Italia per diversificare ulteriormente le fonti di approvvigionamento di energia. L'accordo supporta inoltre le nostre ambizioni di crescita nel mercato italiano. Nel corso degli anni, infatti, Shell ha fatto investimenti significativi in Italia sviluppando con successo il proprio business oil & gas, fino a diventare uno dei principali player nel settore. Forniture a lungo termine come questa da Shah Deniz II rappresentano interessanti opportunità per Shell Energy Europe di espandersi ulteriormente e di offrire sempre maggiori benefici ai clienti".



Per applicazioni di sicurezza in zone a rischio di esplosione per polveri e gas

Manometri Digitali

Manometri digitali a sicurezza intrinseca

Trasmettitori di Pressione

Trasmettitori di pressione a sicurezza antideflagrante

Trasmettitori di pressione a sicurezza intrinseca per applicazioni industriali

Tel. 800 78 17 17

officeitaly@keller-druck.com

www.keller-druck.com





■ HORIZON 2020 Al via il programma europeo dei finanziamenti per la ricerca

L'accessibilità alle risorse costituisce un tema sempre più strategico. Le gravi ripercussioni che la carenza di materie prime potrebbe avere sulla società hanno spinto l'Unione europea a includere l'efficienza delle risorse tra gli obiettivi strategici da raggiungere entro il 2020. A questo proposito è stato creato Horizon 2020, il programma di finanziamenti che partirà dal 1° gennaio 2014 per ridare impulso all'ambito Ricerca & Sviluppo in diversi settori: occupazione, innovazione, istruzione, integrazione sociale, clima/energia. In particolare, per la tematica clima/energia, all'interno della quale rientra anche il riciclo, saranno disponibili 3,1 miliardi di euro, da destinare alla ricerca.

Si tratta dunque di un'opportunità per l'Italia di aggiornarsi su questi temi sempre più incalzanti, presentando progetti che potrebbero avere effetti positivi anche sul business e l'occupazione locale. Il programma di fondi e il recepimento della nuova direttiva RAEE – che punta all'aumento degli obiettivi di raccolta e quindi a un maggiore recupero di materie prime dagli apparecchi elettrici ed elettronici – possono essere due importanti occasioni per favorire lo sviluppo dell'industria del riciclo.

I rischi di accesso alle materie prime e il ruolo che l'industria del riciclo può avere nell'ambito dei programmi di efficienza delle risorse, uniti alla nuova Direttiva Europea, sono gli argomenti su cui si focalizza il dibattito dell'edizione 2013 di Hi Tech & Ambiente, intitolata «La sfida delle materie prime: può l'industria del riciclo ridurre i rischi di approvvigionamento?» in programma per 24 ottobre a Roma.

■ PROGETTO BURBA Prevenzione, riutilizzo e riciclo

L'approccio dell'Unione Europea alla gestione dei rifiuti si basa su tre principi: prevenzione, riutilizzo e riciclo. A partire da questo approccio, L'UE ha recentemente implementato il progetto BURBA (Bottom-up selection, collection and management of URBAn waste), che ha come principale obiettivo quello di insegnare ai cittadini a fare la raccolta differenziata in modo corretto ed efficiente.

Il progetto, che vede l'Italia tra i partner principali, utilizza un sistema di identificazione a radio frequenza all'avanguardia e a basso costo e tecnologie di geolocalizzazione che permettono di identificare il luogo di conferimento, controllando le modalità di separazione dei rifiuti. Grazie a questo sistema il cassonetto può essere aperto utilizzando una carta personale RFID che identifica l'utente che in quel momento sta effettuando il conferimento dei rifiuti e dà un riscontro sul corretto smaltimento effettuato. I rifiuti sono raccolti in un cassonetto intelligente (IWAC, Intelligent Waste Container) con una capienza di 1.100 litri e destinato alla raccolta dei rifiuti urbani e industriali. Grazie alla collaborazione tra amministrazioni locali e cittadini, il sistema BURBA prevede anche l'attivazione di programmi di incentivi per il corretto riciclo. I dati registrati dal sistema sono inviati a un centro di controllo che li elabora al fine di definire un profilo delle abitudini di conferimento per zona e orario. Tutte le informazioni sono trasmesse anche ai cittadini tramite un'app per smartphone, che fornisce consulenza e supporto per il corretto conferimento dei rifiuti. A essere coinvolti nel progetto sono nove partner provenienti da Italia, Spagna, Polonia, Portogallo e Cina, con istituti universitari di ricerca per la prototipazione di attrezzature all'avanguardia e PMI, per analizzare norme di sicurezza e tecnologie di localizzazione. Il team BURBA sta ultimando i primi prototipi per effettuare il loro successivo collaudo in situazioni reali. Una rete di IWACs sarà presto disponibile in Italia, Polonia e Spagna.





coinvolgimento anche degli Stati Uniti e della Malesia, paese emergente che sta puntando sul business green per attrarre investimenti esteri e ricercatori qualificati. A rappresentare il nostro Paese sono stati ancora una volta Novamont e Beta Renewables (Gruppo Mossi & Ghisolfi), che quest'anno sono affiancati da due filiali italiane di grandi multinazionali: Heinz Italia e Bridgestone con il Technical Center Europe di Roma. La bio-based economy infatti rappresenta complessivamente un nuovo approccio e un nuovo modo di fare business, che tocca tutti i settori industriali, dall'energia alla plastica, dagli pneumatici al packaging alimentare. Il prossimo appuntamento con EFIB è programmato dal 7 al 9 ottobre del prossimo anno a Reims, nella regione francese della Champagne-Ardenne.



Competenza e affidabilità per le vostre misure e analisi di processo



Misure di portata ad ultrasuoni

Misura di portata acidi: solforico, cloridrico, fluoridrico, senza contatto quindi semplice da installare ed assolutamente sicura

Misura di portata e controllo perdite in grandi condotte per il greggio, combustibili liquidi, acqua, prodotti chimici

Controllo portate acqua di mare e
salamoie anche in tubazioni in fibra
di vetro, GRP, PVC ed altri materiali
particolari

Misure di portata per liquidi e gas
dall'esterno della tubazione
in versione portatile o fissa



Pad. D3
stand 092

20 ANNI
AL VOSTRO SERVIZIO

Strumentazione
e sistemi per controlli
di processo



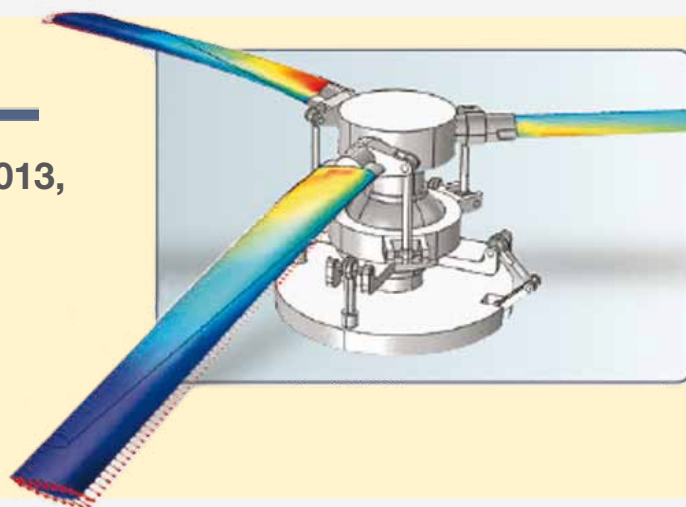
Ital Control Meters srl | Via della Valle 67 | 20841 Carate Brianza, MB
Tel. 0362-805.200 r.a. | Fax 0362-805.201 | info@italcontrol.it

www.italcontrol.it



Cambio sede legale - Dal 5 novembre 2013, la società cambia la propria sede legale. Qui di seguito i nuovi riferimenti:

COMSOL Srl
Viale Duca degli Abruzzi 103, 25124 Brescia
Tel. 030-3793800 - Fax: 030-3793899
Email: info@comsol.it



■ BUCO DELL'OZONO

Buone notizie: rilevata sensibile riduzione



Lo strato dell'ozono - che ci protegge dai raggi ultravioletti nocivi di origine solare - sta ricominciando a recuperare il suo spessore, anche grazie agli effetti del Protocollo di Montreal, entrato in vigore nel 1987. Il Protocollo di Montreal non solo ha bloccato la distruzione dello strato di ozono, ma ha evitato una più ampia alterazione del regime globale delle precipitazioni. Alterazione già in atto a causa del riscaldamento globale che sta facendo diminuire le piogge nelle zone già aride (ampliandone l'estensione) e sommergendo di acqua quelle più umide. Il buco dell'ozono, oltre a far diminuire la protezione della Terra dagli ultravioletti, riscalda leggermente il pianeta, attraverso un effetto diretto sulle temperature. Un recente studio sull'ozono del Mit, pubblicato su "Environmental Research Letters", ha individuato l'area più sensibile del mondo ai gas emessi dagli aerei (in particolare ossidi di azoto, NOx) che tramite varie reazioni chimiche portano alla

creazione dell'ozono atmosferico. Si trova sopra il Pacifico a circa mille chilometri a est delle isole Salomone. In pratica, i voli da e per l'Australia e la Nuova Zelanda sono quelli che producono più ozono: 1 kg di emissioni degli aerei in questa regione danno origine a 15 kg in più di ozono all'anno. Il dato è cinque volte più alto rispetto all'Europa e 3,7 volte maggiore del Nord America. I ricercatori hanno analizzato 83 mila voli e hanno trovato che le dieci rotte che producono più ozono sono quelle che portano o partono da Australia e Nuova Zelanda. La rotta che produce più ozono è la Sydney-Mumbai: 25,3 tonnellate per volo. La produzione di ozono dei voli aerei non è costante, ma risente delle stagioni.

■ OCSE

Obiettivo Zero Emissioni da fonti fossili entro il 2050



Entro il 2050 il mondo deve eliminare le emissioni prodotte dalla combustione delle fonti fossili, se intende ridurre il costo economico del cambiamento climatico. A lanciare questo messaggio è stato Angel Gurría, Segretario Generale dell'OCSE, richiamando l'attenzione globale sulle azioni necessarie per evitare al mondo le gravi conseguenze del surriscaldamento globale.

Secondo il numero uno dell'OCSE, la sola riduzione delle emissioni non basterebbe da sola a ridurre i costi economici. L'anidride carbonica infatti, è un'inquinante che si accumula nell'atmosfera: il 60% di ogni tonnellata di CO2 emessa è ancora presente in atmosfera nei vent'anni successivi e il 45% nei cent'anni successivi. "Abbiamo bisogno di raggiungere l'obiettivo 'zero emissioni da fonti fossili' entro la seconda metà del secolo", ha affermato Gurría. "Si tratta di qualcosa di ancora più grave rispetto a una crisi finanziaria, perché non è possibile attuare nessun piano di salvataggio e avendo a disposizione due o tre anni di buon bilancio un debito può essere ridotto; in questo caso invece le emissioni rimangono nell'atmosfera per un centinaio di anni".



■ ILVA - TARANTO Nuova procedura UE per le emissioni inquinanti

Bruxelles ha recentemente avviato una procedura contro l'Italia relativa al tanto discusso stabilimento Ilva di Taranto, per il mancato rispetto di due direttive europee sulla responsabilità ambientale (che segue il suo principio "chi inquina paga") e sulla prevenzione e riduzione dell'inquinamento. Come evidenzia la nota della Commissione Ue, la maggior parte dei problemi nasce dalle emissioni incontrollate prodotte dalle attività industriali dell'acciaieria. Il comunicato cita l'elevato inquinamento dell'aria, del suolo e delle falde acquifere presso il sito dell'Ilva e nei quartieri circostanti di Taranto.

Inoltre, sempre secondo la nota Ue, "sembra che le autorità italiane non abbiano assicurato che il gestore dello stabilimento attuasse gli opportuni rimedi, accollandosene i relativi costi, per rimediare ai danni già causati". Così su impulso del commissario Unione Europea all'Ambiente, Janez Potočnik, Bruxelles ha inviato al Governo italiano una lettera di messa in mora, concedendo due mesi per rispondere. È il primo gradino della procedura d'infrazione: in caso di repliche giudicate insoddisfacenti dai vertici europei, scatterà la seconda fase (parere motivato) eventualmente seguita dal deferimento alla Corte di giustizia. "Le autorità italiane hanno avuto molto tempo per garantire che le disposizioni ambientali per l'Ilva di Taranto fossero rispettate", ha dichiarato Potočnik. "Si tratta di un chiaro esempio del fallimento nell'adottare misure adeguate per proteggere la salute umana e l'ambiente".

Inoltre, la Commissione ha inviato al nostro Paese e alla Spagna un avviso motivato per l'incompleta trasposizione delle norme europee sulle fonti rinnovabili. Il nostro Governo avrà a disposizione due mesi per informare correttamente Bruxelles.



COSTRUZIONI MECCANICHE SPECIALI

WOLFHARTH®

**ELETTROPOMPE AUTOADESCANTI
REVERSIBILI PER ACIDI CORROSIVI**
COSTRUITE IN TITANIO CON GIRANTE FLESSIBILE
BREVETTATA IN DUTRAL (EPT)

Caratteristica importante delle elettropompe autoadescenti **WOLFHARTH** per acidi corrosivi, è quella di essere **reversibili**, consentendo di far rifluire il liquido in eccesso durante le operazioni di travaso **senza alcun intervento manuale**.



**MODELLO
AC/30 AC/40
AC/50**



**MODELLO
AC/12 AC/20**

BRUNO WOLFHARTH SRL
26858 SORDIO (LODI) VIA CAVOUR, 31
TEL. 02 9810153 r.a. • Fax 02 98260169
www.wolfarth.it e-mail: info@wolfarth.it

SPECIALIZZATA NELLA COSTRUZIONE DI FILTRI A PIASTRE E POMPE IN
ACCIAIO INOSSIDABILE PER INDUSTRIE E LABORATORI

“Gli impianti VTA vengono impiegati per la purificazione, la concentrazione, la rimozione dei residui di solventi, la decolorazione e l'essiccazione di prodotti in diversi settori industriali: chimico, farmaceutico, alimentare, cosmetico, biotecnologico”.



TECNICHE DI SEPARAZIONE

Tramite distillazione molecolare e a film sottile

L'evaporazione svolge un ruolo importante nella produzione di una grande varietà di prodotti nelle industrie chimiche di processo di vari settori: chimico organico e inorganico, farmaceutico, alimentare, dei polimeri e dei fertilizzanti. Il termine “evaporazione” è usato per indicare l'operazione di concentrazione di una soluzione che consiste di un soluto non volatile e di un solvente volatile, senza alcun fine di frazionamento del solvente.



Negli impianti di processo il progetto degli impianti cambia in relazione alle caratteristiche del soluto e del solvente. Il soluto può essere termolabile, o tendere a polimerizzare o a accumularsi sulla superficie di scambio, può essere un fluido viscoso o un'emulsione che si può rompere. Queste e altre caratteristiche giocano un ruolo determinante nella scelta e nel progetto degli evaporatori.

L'evaporazione ricade in tre categorie principali:

- **Evaporazione in massa (pool boiling)**
- **Evaporazione a circolazione naturale o forzata**
- **Evaporazione a film sottile**

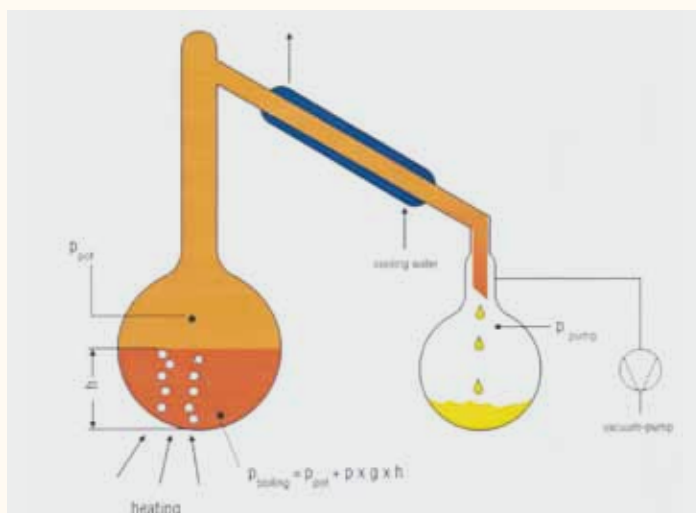
La VTA è specializzata nella tecnica dei processi di evaporazione a film sottile e short path nota anche come distillazione molecolare.

Le apparecchiature e gli impianti per la distillazione molecolare e a film sottile vengono impiegati per la purificazione, la concentrazione, il recupero e la decolorazione di sostanze termolabili, alto bollenti e ad alta viscosità.

Caratteristiche principali degli impianti di distillazione molecolare e a film sottile fornite da VTA:

- **elevata turbolenza** nel film raschiato e quindi buono scambio di calore e di materia;
- **breve tempo di permanenza, inferiore a 1 minuto**, con diminuzione delle sollecitazioni termiche a cui sono sottoposti i prodotti;
- **evaporazione con un solo passaggio**, senza ricircolo del prodotto;
- **spessore limitato del film, inferiore a 1 mm**, senza colonna idrostatica di liquido;
- **assenza di depositi** sulla parete dell'evaporatore grazie al film raschiato meccanicamente;
- **possibilità di servizio a portata ridotta**, alto livello di flessibilità a seconda delle diverse esigenze del prodotto;
- **distillazione di prodotti viscosi** tramite idonei raschiatori;
- **basse pressioni di esercizio** fino a 10⁻³ mbar per ridurre le temperature di ebollizione.

Tecnologie di evaporazione



Evaporazione in massa (pool boiling)

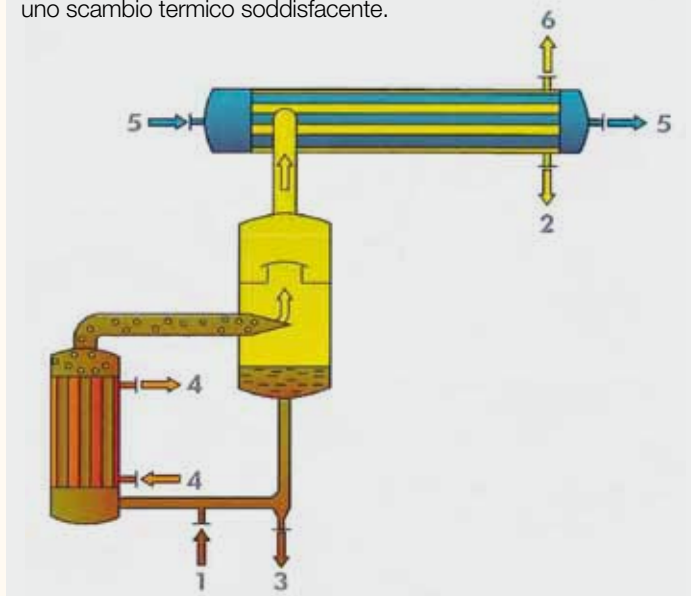
Questo processo non è continuo, comporta un lungo tempo di residenza, il vuoto è limitato a causa del battente idrostatico, con perdite di carico elevate e scarico del residuo difficoltoso. La distillazione discontinua non è adatta per sostanze altobollenti, termolabili e viscosi dato che il tempo di permanenza è troppo lungo. In caso di sostanze viscosi non è possibile generare la turbolenza necessaria per avere uno scambio termico soddisfacente.

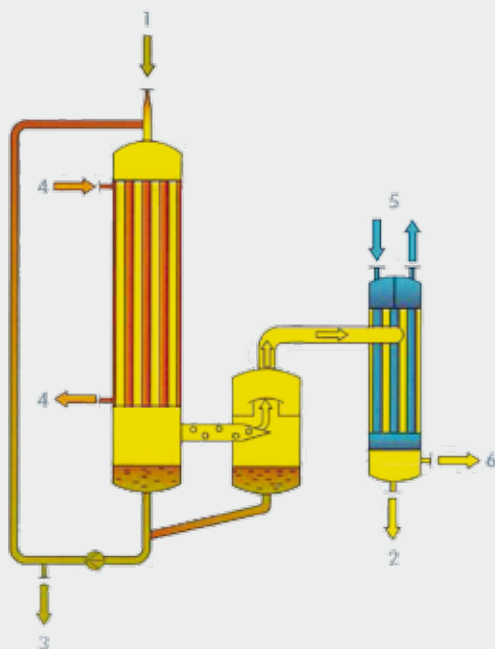
L'evaporazione interessa una massa di liquido stagnante in cui la superficie di riscaldamento è costantemente a contatto con la massa sottoposta a distillazione come nei reattori chimici in cui si eseguono processi batch con reazioni e distillazioni.

Evaporatore a circolazione

Questo processo è continuo, a circolazione naturale, con lungo tempo di residenza, con migliore scambio termico rispetto al pool boiling ma con vuoto limitato e basso gradiente di concentrazione. La distillazione mediante evaporatori a circolazione naturale o forzata non è adatta per sostanze altobollenti, termolabili e viscosi dato che il tempo di permanenza è troppo lungo.

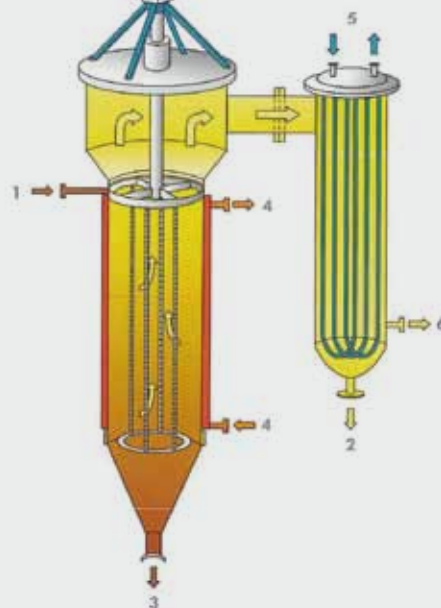
La pressione assoluta non può venire ridotta a sufficienza a causa dell'altezza idrostatica della colonna del liquido e in caso di sostanze viscosi non è possibile generare la turbolenza necessaria per avere uno scambio termico soddisfacente.





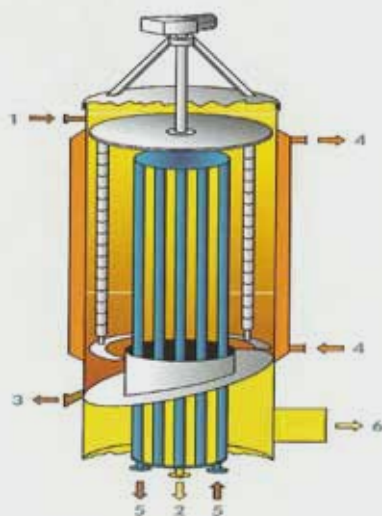
Evaporatore a film cadente

Processo continuo a circolazione forzata, senza battente idrostatico, con lungo tempo di residenza a causa della ricircolazione. La perdita di carico è sensibile e l'efficienza di separazione è scarsa. In questo caso l'evaporazione avviene partendo da una pellicola di liquido che cade lungo le pareti dei tubi di un fascio tubiero riscaldato esternamente. Il tempo di permanenza va da 1 a 3 minuti. Si deve mantenere una portata di liquido superiore a un valore minimo altrimenti ci possono essere decomposizioni dovute alla rottura del film. La portata di liquido necessaria viene garantita dalla pompa di circolazione del prodotto. Gli svantaggi del processo di evaporazione a film cadente derivano dall'impossibilità di operare a portata parziale, dalla bassa trasmissione di calore e di materia nel film, dall'impossibilità di distillare fluidi viscosi e dalla possibilità di formazione di depositi.



Evaporatore a film sottile

Processo continuo con brevissimo tempo di residenza, con scambio termico elevato a causa del film mantenuto in condizioni turbolente e possibilità di raggiungere un vuoto elevato pari a 1 mbar assoluto. In questo tipo di evaporatore il film di liquido viene distribuito sulla parete cilindrica verticale, riscaldabile dall'esterno, tramite un sistema di raschiatori che ha il compito di rimescolare continuamente il film. Ne deriva un eccellente scambio di calore e di materia. I tempi di permanenza necessari per l'evaporazione sono molto brevi, inferiori a 1 minuto. In questo apparecchio, con i sistemi adatti, è possibile anche distillare sostanze viscosi e ottenere residui allo stato solido. La pressione di esercizio minima raggiungibile nell'evaporatore è limitata dalla perdita di carico dei vapori nel passaggio attraverso la tubazione di collegamento dell'evaporatore al condensatore esterno.



L'evaporatore molecolare o a tragitto breve

Processo continuo con brevissimo tempo di residenza, scambio termico elevato a causa del film in condizioni turbolente e possibilità di raggiungere un vuoto elevatissimo pari a 10-3 mbar assoluti per l'assenza di perdita di carico per i vapori poiché il condensatore non è esterno ma è collocato all'interno dell'evaporatore.

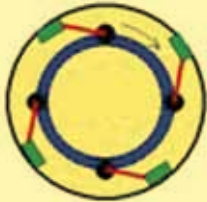
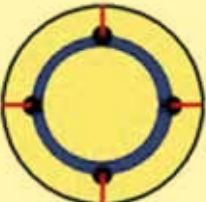
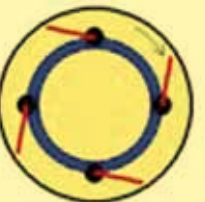
L'evaporatore molecolare o a tragitto breve riunisce in un unico apparecchio l'evaporatore a film sottile ed il condensatore.

Anche in questo caso un sistema di raschiatori distribuisce e mescola la sostanza introdotta sulla parete riscaldata dell'evaporatore. I vapori vengono condensati sulla superficie del condensatore incorporato nell'evaporatore. Il tragitto del prodotto fra l'evaporazione e la condensazione è estremamente breve.

Con questo tipo di evaporatore è possibile operare con pressioni di esercizio fino a 10-3 mbar su scala industriale.

Sistemi di raschiatori

Il sistema raschiante assume un'importanza decisiva negli evaporatori molecolari o a film sottile. È infatti necessario realizzare una distribuzione ottimale del film che a sua volta deve presentare un'alta turbolenza per garantire un alto rendimento di evaporazione con tempi di permanenza più brevi possibile. Il sistema ottimale viene scelto sulla base della esperienza maturata dalla VTA nonché delle prove di laboratorio e su impianti pilota nel nostro reparto tecnico. VTA dispone di una vasta serie di sistemi diversi di raschiatori in modo da poter offrire quello migliore in funzione della viscosità e delle caratteristiche del prodotto da separare.

Tipi di raschiatori				
				
Rotore a rulli VTA WRS	Rotore con blocchi raschianti VTA SKR	Raschiatore pendolare VTA PBS	Rotore a lamelle fisse VTA RRS	Rotore a lamelle mobili VTA SBS

Il sistema di raschiatore a rulli VTA tipo WRS - Nel raschiatore a rulli la formazione del film di liquido sulla parete dell'evaporatore viene assicurata da rulli mobili, disposti su barre di guida. Il sistema WRS non richiede la presenza di un supporto inferiore nella zona del prodotto. I singoli rulli vengono bagnati continuamente dal prodotto e dispongono di un sistema di autopulizia. Non ci sono zone morte nelle quali il prodotto si possa decomporre a causa di tempi di permanenza più elevati. Benché in apparenza sembri che i rulli tocchino la parete, non si verificano praticamente fenomeni di usura, perché i rulli scivolano sulla pellicola di prodotto. Il sistema WRS arriva ai suoi limiti nel caso di alte portate di liquido, di prodotti ad elevata viscosità nonché nel caso di prodotti che tendono alla cristallizzazione o a polimerizzare.

Il sistema di raschiatore a blocchi VTA tipo SKR - Gli elementi del rotore SKR che producono il film sono blocchi dentati i quali, oltre che dalla forza centrifuga, vengono premuti contro il film da lamiere elastiche. La struttura dei denti dei blocchi di raschiatura permette di variare il tempo di permanenza nell'evaporatore. Grazie all'ulteriore forza delle molle è possibile distribuire sulla parete dell'evaporatore anche prodotti a viscosità più elevata ed evitare la formazione di depositi sulla parete stessa. Anche questo sistema non dispone di punti morti e viene impiegato sia nel processo molecolare che in quello a film sottile.

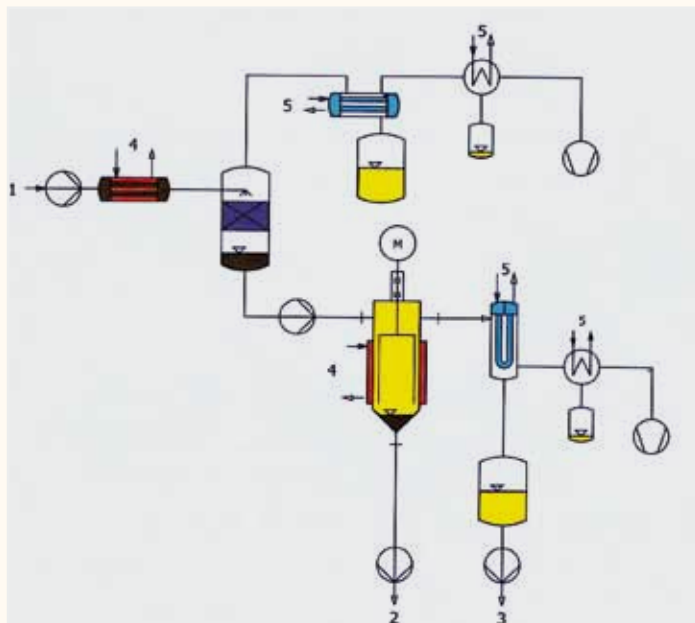
Il sistema di raschiatore pendolare VTA tipo PBS - Il rotore PBS è formato da elementi raschianti verticali mobili, paralleli alla parete dell'evaporatore. Grazie alle elevate velocità del rotore si possono trattare anche fanghi seccandoli completamente. Si può impiegare anche per prodotti che producono molta schiuma dato che i pendoli eliminano la schiuma. Anche il sistema del raschiatore pendolare, come il rotore a lamelle fisse, richiede una base di appoggio e quindi può venire impiegato solo con l'evaporatore a film sottile.

Il rotore a lamelle fisse VTA tipo RRS - Questo sistema di raschiatura dispone di lamelle fisse a distanza fissa dalla superficie di scambio termico dell'evaporatore. Il sistema RRS non dispone di parti mobili ed è adatto per un elevato rendimento di evaporazione ed alte viscosità. Richiede una base di supporto e perciò può venire impiegato solo nell'evaporatore a film sottile.

Il rotore a lamelle mobili VTA tipo SBS - Questo sistema è dotato di lamelle raschianti singole in metallo, fissate in modo mobile, che con la forza centrifuga si immergono nel film con una particolare inclinazione. Le lamelle mobili producono un film molto sottile e quindi la trasmissione di calore è ottimizzata. Grazie all'effetto detergente delle lamelle si possono anche distillare prodotti che tendono alla formazione di depositi o alla cristallizzazione. Questo sistema di raschiatura è utilizzabile sia per gli evaporatori molecolari che a film sottile.

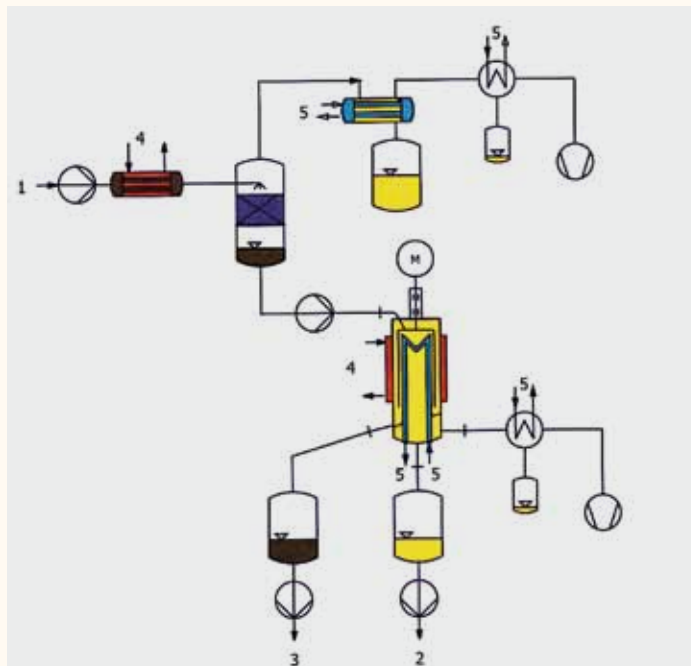


Configurazione degli impianti



Impianto di distillazione a film sottile a stadio singolo

Il prodotto grezzo è riscaldato ed sottoposto a una fase preliminare di degasaggio dove viene eliminata l'aria. I componenti da degasare si condensano parzialmente ed il prodotto degasato viene distillato sotto vuoto nel successivo evaporatore a film sottile. La fuoriuscita del prodotto concentrato avviene dal cono inferiore dell'evaporatore a film sottile. Range di applicazione per pressioni assolute da 1 fino a 5 mbar.



Impianto di evaporazione molecolare a stadio singolo

Dopo il degasaggio il prodotto viene convogliato nell'evaporatore molecolare. Il prodotto evaporato viene condensato nel condensatore interno e viene estratto dall'evaporatore separatamente dal concentrato. Range di applicazioni fino a pressione assoluta di 10-3 mbar.



Il reparto tecnico VTA e le sue prestazioni - I calcoli puramente teorici, nel caso di una complessa miscela di sostanze, non bastano a progettare un impianto industriale e ad offrire le necessarie garanzie per i processi e per i materiali. È per questo che i processi ed i componenti vengono sviluppati e progettati dalla VTA sulla base dei risultati ottenuti da prove sperimentali effettuate con impianti di laboratorio ed impianti pilota sul prodotto reale.



Brembate

F L U O R T E C N O
Magazzino dal pronto e Servizio Tecnico
035 4874077

www.guastallo.com

Civitate al Piano

Stabilimenti di produzione
0363 945187



PRODOTTI RIVESTITI PTFE/PFA



Valvole non ritorno ORP con molla Hastelloy



Valvole rivestite PTFE/PFA
per prelievo campioni vuoto - azoto
a magazzino

GOMME e O-RINGS



Un vasto assortimento di O-Rings,
LASTRE in gomma, **TONDINI** in
rotolo e tenute oleopneumatiche.

Primi in Italia per magazzino di OR
incapsulati Fep con anima in
silicone o Viton® - Du Pont.

Magazzino profili quadrati,
rettangolari e speciali.

PLASTICI INDUSTRIALI

Per soddisfare le vostre esigenze primarie
abbiamo un magazzino di semilavorati di
materie plastiche in tondi, tubi, lastre.
PVC, PP, NILON PA6, PEEK, PVDF, PTFE,
che lavoriamo a disegno.

BADERNE & GUARNIZIONI pronte



Pronte a
magazzino
Baderne per
premisoppa e
anelli preformati,
per pompe,
valvole, ecc.

Guarnizioni
per flange
UNI-ANSI per
•acque •acidi
•solventi •vapore
•olio •alimentari

Baderne e prodotti in grafite espanso di qualità ed esempio
applicativo SEAFLOON PTFE espanso autoadesivo su flangia.



Soluzioni speciali in PTFE/PEEK per l'industria chimica



Magazzino semilavorati tondi, tubi, lastre.



Tornitura PTFE



Centri di lavoro

Materiali impiegati:

- PTFE •NILON PA 6 •DELFIN® •PVC •POLITENE •PEEK
- PVDF •VESPEL •ERTALYTE •PTCFE •PP



Particolare. Magazzino stampi di
nostra costruzione o del cliente



Reparto presse
e magazzino mescole



Estrusore silicone

STAMPAGGIO GOMME

Il nostro reparto **stampaggio** ed
estrusione ci permette la
produzione di particolari a
disegno sino a Ø 1200 a
compressione con mescole
qualitativamente superiori
prodotte in ambiente certificato
ISO 9002. (www.kafon.com)



GUAFLOW EXD il primo PTFE ATEX CONFORM, guarnizioni per flange
e SCAMBIATORI

SCAMBIATORI GUARDIAN™ ACCIAIO RIVESTITO P.T.F.E.

Produciamo raccordi in acciaio
rivestito internamente in PTFE
vergine stampato in isostatico
(tubi, raccordi, flex, soffiotti).

Esecuzione dal disegno
del cliente o mediante
progettazione e rilievi
dei nostri tecnici, anche
con rivestimento di tubi
prefabbricati in cantiere.



Scambiatori "GUARDIAN" HPTEF + SIC



Livelli in
PTFE VISION
trasparente



Soffiotti PTFE, Flangia/CLAMP



Riparo saldatura prodotti ACCIAIO
+ PTFE (tubi, raccordi, ecc.)

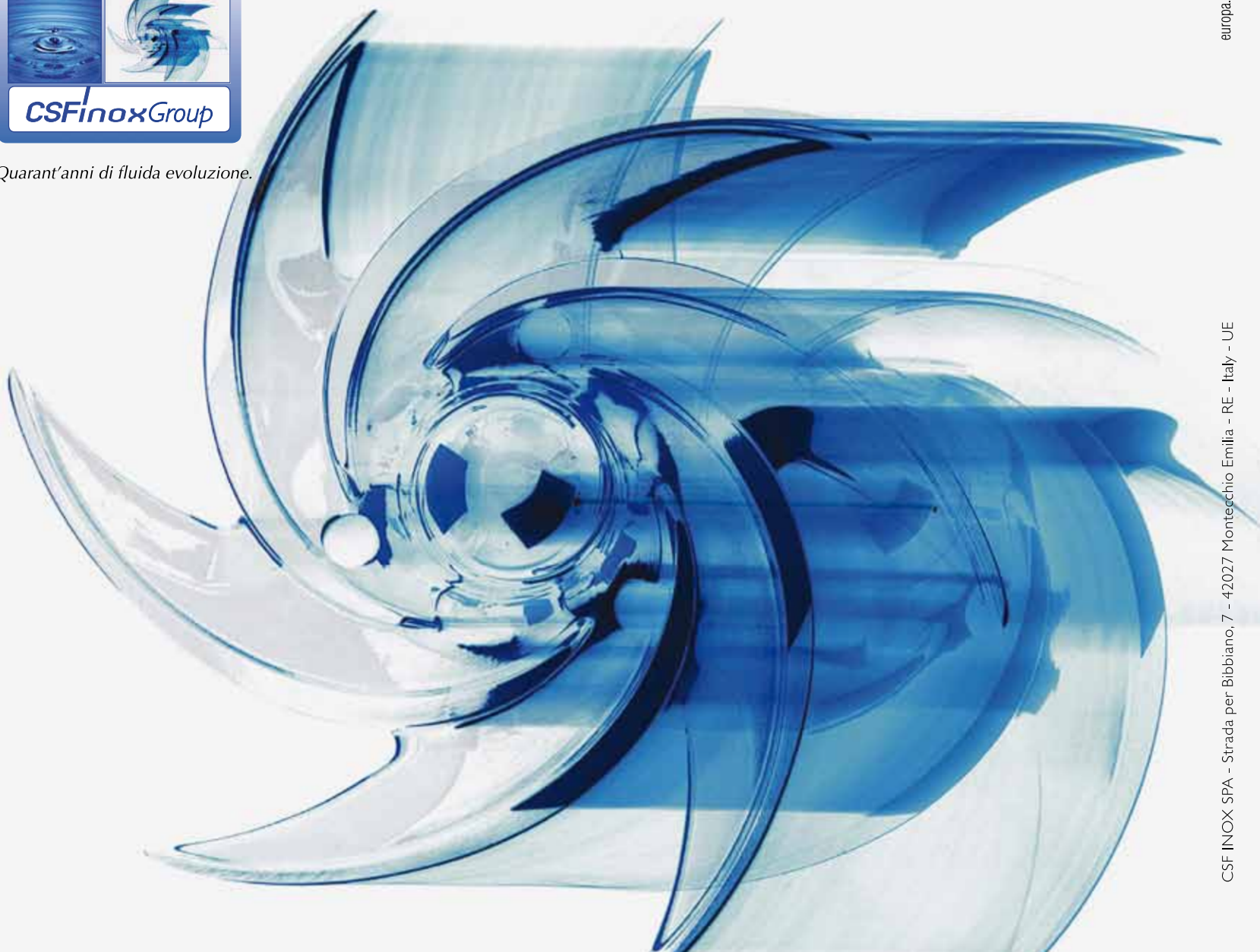
CSF Inox

Forza della natura.

*Alta tecnologia per l'industria, basso impatto sull'ambiente:
le pompe CSF risolvono i problemi dell'azienda senza crearne alla natura.*



Quarant'anni di fluida evoluzione.



Attualità

I NOBEL PER LA CHIMICA E LA FISICA 2013

I vincitori

1° EUROPEAN BIOTECH WEEK (EBW)

Una settimana da biotech

IV EDIZIONE DELLA GUIDA REACH

Le nuove norme europee del comparto

I Nobel per la Chimica e la Fisica 2013

Per la chimica, premiate le ricerche multiscala per sistemi chimici complessi. Per la fisica studi sul bosone di Higgs

Quest'anno l'Accademia Reale di Stoccolma ha conferito i più prestigiosi riconoscimenti per la ricerca allo studio dello sviluppo di modelli multiscala per sistemi chimici complessi e alla scoperta del meccanismo che spiega la nascita delle particelle subatomiche, come i bosoni.



I tre vincitori del premio Nobel per la chimica, edizione 2013.
Da sinistra a destra: Martin Karplus, Michael Levitt e Arieh Warshel

Il premio Nobel per la Chimica del 2013 è stato assegnato all'austriaco Martin Karplus dell'Università di Strasburgo, al britannico Michael Levitt dell'Università di Cambridge e all'israeliano Arieh Warshel dell'Università di Southern California per le loro ricerche volte a sviluppare modelli di simulazione di sistemi chimici complessi. Grazie ai loro studi oggi è possibile creare programmi in grado di simulare le interazioni tra molecole alla base di tutti i processi della vita e quindi predire l'esito delle reazioni prima di effettuarle. Questo tipo di studi è fondamentale nella chimica industriale e nello sviluppo dei farmaci, grazie anche alla potenza di calcolo sempre maggiore dei computer, perché evita esperimenti inconcludenti, restringendo i tempi necessari per ottenere risultati utili. Il pregio principale delle equazioni sviluppate a partire dagli anni settanta da Karplus, Levitt e Warshell è stato quello di unire fisica classica e quantistica nella descrizione delle interazioni tra le molecole. Il più anziano, Martin Karplus, è un pioniere della chimica teorica, mentre Michael Levitt è tra i principali studiosi di dinamica molecolare, che ha applicato in particolare alla simulazione del DNA e alle proteine. Arieh Warshel, nato in Israele, ha utilizzato la biochimica computazionale per simulare la funzionalità di sistemi biologici e la cinetica delle reazioni enzimatiche.

Il britannico Peter Ware Higgs e il belga François Englert sono stati insigniti del Nobel per la Fisica per "la scoperta teorica di un meccanismo che contribuisce alla nostra comprensione dell'origine della massa delle particelle subatomiche, e che di recente è stato confermato, attraverso la scoperta della particella fondamentale, dagli esperimenti ATLAS e CMS al CERN del Large Hadron Collider". Nel 1964, lavorando in modo indipendente, hanno proposto una teoria che ha permesso di spiegare la massa di particelle elementari, come i bosoni W e Z o l'elettrone, grazie a cui è possibile unificare la teoria del campo elettromagnetico e di quello debole. Senza l'esistenza di tali particelle - il bosone che porta il nome di Higgs - il modello standard della fisica delle particelle crollerebbe. Per quanto queste teorie fossero ampiamente accettate dalla comunità scientifica, fino allo scorso anno il bosone di Higgs era sfuggito all'osservazione. Il 4 luglio 2012 è stata finalmente annunciata la conferma sperimentale della sua esistenza grazie ai dati degli esperimenti ATLAS e CMS condotti con il Large Hadron Collider (LHC) del CERN. Questo risultato, che ha permesso il conferimento del Nobel a Higgs ed Englert, è stato frutto del lavoro congiunto di migliaia di ricercatori, molti dei quali italiani.



I due vincitori del premio Nobel per la fisica, edizione 2013.
Da sinistra a destra: Peter Ware Higgs, François Englert

1° European Biotech Week (EBW)

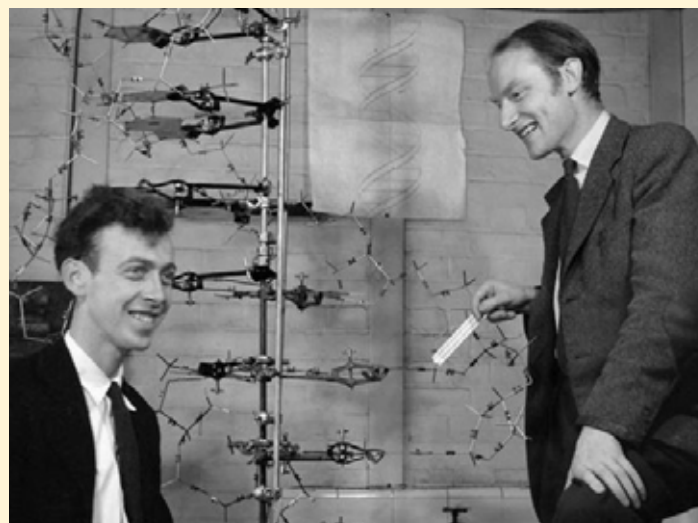
Una settimana da Biotech

Conclusa con bilancio estremamente positivo la prima edizione dell'“European Biotech Week” (EBW), sette giorni per rendere omaggio al sessantesimo anniversario della definizione della struttura del DNA e raccontare le biotecnologie nei loro diversi settori di applicazione.



Le biotecnologie comprendono una pluralità di conoscenze che possono essere sfruttate in campi e settori diversi tra loro: dalla medicina all'agricoltura, dalla veterinaria ai processi industriali. Per questo Assobiotec, l'Associazione Nazionale per lo sviluppo delle biotecnologie, è stata la curatrice italiana della manifestazione, promuovendo 35 iniziative sparse per tutto il territorio italiano, da Milano a Palermo, passando per Bologna e Torino. I risultati non si sono fatti attendere: alla manifestazione hanno partecipato circa 2500 persone tra studenti, professori e rappresentanti del mondo industriale e istituzionale.

La cerimonia di apertura della settimana si è tenuta a Roma e ha visto la partecipazione del pubblico e della comunità scientifica. Il 5 ottobre la manifestazione Porte Aperte ha dato forti riscontri positivi: l'evento ha rafforzato il dialogo e il confronto tra gli addetti ai lavori nel campo delle biotecnologie e il pubblico, spesso diffidente e desideroso di conoscere. Le realtà coinvolte sono state 13, tra cui alcuni centri di ricerca no-profit come il CNR. Con questo “open day” si è quindi creato un ponte tra tecnologia e popolazione che ha visto tra i protagonisti l'Istituto di Biochimica e Immunologia Molecolare di Palermo, la Merck Serono di



Collaretto Giacosa di Torino, l'Istituto di Fisiologia Clinica di Pisa, Toscana Life Sciences di Siena, Xeptagen di Marghera, la MolMed di Segrate e l'Istituto di Biochimica delle Proteine di Napoli. Altri incontri hanno trattato il tema del trasferimento tecnologico, della possibilità di sfruttare le biotecnologie nel campo agricolo, della crescita economica trainata da questo settore. Poi, come abbiamo accennato, ampio spazio anche al divertimento con spettacoli, show, laboratori per tutti ed esposizioni divulgative. “Le biotecnologie rappresentano oggi una risorsa preziosa per la messa a punto di nuovi farmaci, terapie innovative e più efficaci, e nuovi strumenti diagnostici”, ha dichiarato Alessandro Sidoli, Presidente Assobiotec. “Abbiamo compiuto passi da gigante sul fronte del miglioramento della qualità della vita dei cittadini, e il nostro settore è tra quelli che generano maggiore innovazione a livello internazionale.

Anche l'Italia fa la sua parte egregiamente, tanto da occupare posizioni di assoluto rilievo nelle classifiche per pubblicazioni scientifiche in ambito biotecnologico, soprattutto nel campo delle malattie rare. È tempo che i cittadini lo sappiano, conoscendoci più da vicino e verificando i progressi di cui andiamo molto orgogliosi”, ha aggiunto Sidoli. “Con la settimana delle biotecnologie abbiamo costruito, grazie alla collaborazione di numerosi partner in tutta Italia, una serie di iniziative finalizzate a coinvolgere il più ampio numero di attori e platee di diversa natura, soprattutto giovani”, ha infine commentato il Presidente di Assobiotec. “Il nostro augurio è di aver contribuito, con il ricco programma della settimana, ad aumentare la consapevolezza del pubblico e l'attenzione delle Istituzioni sull'impatto positivo che le biotecnologie hanno, e avranno sempre di più, su tutti gli aspetti della vita dell'uomo, dalla salute all'alimentazione e all'ambiente, nonché un'importante contributo all'economia del nostro Paese, in termini di competitività, valorizzazione e crescita, e anche di rilancio di occupazione qualificata e giovanile”. La European Biotech Week tornerà, con la seconda edizione, dal 6 al 13 ottobre 2014.

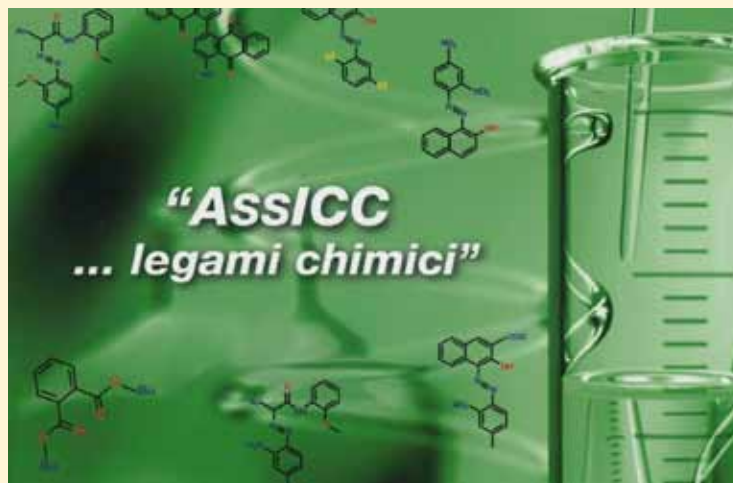


IV edizione della GUIDA REACH

Le nuove norme europee del comparto

REACH

Il Regolamento REACH, per la Registrazione, Valutazione, Autorizzazione e Restrizione delle sostanze chimiche è in continuo ampliamento. Per facilitare l'informazione di operatori chimici e stakeholder, lo scorso 16 ottobre AssICC (Associazione italiana commercio chimico) ha presentato, in collaborazione con la Camera di Commercio di Milano, la nuova edizione della Guida REACH AssICC, alla presenza di Vincenzo Zezza del Ministero dello Sviluppo economico e Pietro Pistolese del Ministero della Salute.



Marco Coldani



Alessandro Spada

Un settore fondamentale per l'economia come quello della chimica è sempre in costante evoluzione: a riprova di questo, dal settembre 2011, in soli due anni, il regolamento REACH ha conosciuto non solo notevoli modifiche e aggiornamenti, ma è arrivato a comprendere nuove importanti iniziative. Solo a livello legislativo, sono stati emessi ben diciannove nuovi regolamenti e aggiornate molte delle procedure in essere.

Inoltre, sono state avviate numerose nuove attività, tra cui l'inizio della procedura di Valutazione con l'istituzione del CoRAP, la precisazione delle fasi di Verifica, la modifica delle tariffe di registrazione fissate nel 2008 al fine di agevolare soprattutto le piccole e medie imprese, l'intensificarsi delle attività di Formazione e la costituzione del Comitato biocidi (BPC), operativo da marzo 2013. Inoltre, ultimamente il REACH è intervenuto anche a proposito degli addetti del settore, mutando anche il panorama professionale del settore chimico, richiedendo ai nuovi assunti e alle persone che già operano in azienda una maggiore conoscenza delle normative e competenze tecniche più elevate. Per questo motivo, AssICC – Associazione italiana commercio chimico – ha recentemente

realizzato un aggiornamento della sua Guida REACH, l'unico strumento presente in lingua italiana, che raccoglie tutte le informazioni necessarie alle aziende dell'intera filiera chimica, per comprendere e applicare il Regolamento europeo, che si è rivelato molto complesso e consistente, e per avere una visione chiara della macchina organizzativa che lo gestisce.

La quarta edizione della Guida REACH risulta più corposa rispetto alle precedenti, proprio in virtù dei numerosi cambiamenti che sono intervenuti in quest'ambito in questi ultimi due anni. “Nel settore chimico, ma possiamo tranquillamente dire in tutti i settori e a livello mondiale, il REACH è la legislazione più ambiziosa che sia mai stata creata, che si prefigge lo scopo di salvaguardare la salute umana e l'ambiente, ed ha già raggiunto un peso tale da diventare un modello per gli altri paesi nel mondo”, ha dichiarato Marco Coldani, Presidente AssICC, Associazione italiana commercio chimico di Confcommercio Milano. “Allo stesso tempo è quella che ha richiesto l'impegno maggiore da parte delle autorità per coordinare tutti gli aspetti legati all'implementazione e da parte delle aziende per gli adempimenti.”

Il settore della chimica ha uno dei suoi poli principali in Lombardia, con circa un terzo delle dieci mila imprese presenti sul territorio nazionale, tra produzione commercio all'ingrosso, secondo quanto riporta una recente elaborazione della Camera di commercio di Milano. “Curiamo lo Sportello Informativo territoriale per Reach con copertura geografica di due regioni: Lombardia ed Emilia Romagna”, ha spiegato Alessandro Spada, presidente di Innovhub, azienda speciale della Camera di Commercio di Milano, “un supporto aggiuntivo a quello dell'Helpdesk nazionale Reach del ministero dello Sviluppo economico, con servizi informativi e di supporto alle imprese”.



Impianto di trattamento acque di lavaggio del terreno (a Lardarello)

TECNOLOGIE PER IL TRATTAMENTO DEI REFLUI DA BONIFICA

La denominazione “sito contaminato” viene attribuita, sulla base di valutazioni specifiche che tengono conto di determinate caratteristiche del sito stesso, ad aree nelle quali, in seguito allo svolgimento attuale o passato di attività produttive, la qualità dei terreni e delle acque superficiali e di falda sia stata alterata a causa di sversamenti di sostanze inquinanti disciolte in liquidi, o comunque solubili, in concentrazioni superiori a quelle stabilite dalla normativa, tanto da determinarne la pericolosità per la salute dei loro fruitori.



Evaporatore a triplice effetto per il trattamento del digestato

” *Tecam, società operante da oltre vent’anni nel settore del trattamento dei reflui industriali, è in grado di definire tramite accurati studi di fattibilità le migliori tecnologie per il trattamento delle acque derivanti dalla bonifica dei terreni, valutando attentamente il rapporto tra costi e benefici degli investimenti, in vista di un rapido raggiungimento del Return On Investment.* ”



Secondo i dati ISPRA (Istituto Superiore Protezione e Ricerca Ambientale) in Italia i siti potenzialmente contaminati, il cui censimento spetta alle Regioni o alle Province, sono circa quindicimila, oltre tremila dei quali dichiarati ufficialmente contaminati. Le aree contaminate di particolare rilevanza dal punto di vista della superficie interessata e degli inquinanti presenti rientrano invece tra i SIN (Siti di Interesse Nazionale), la cui gestione spetta al Ministero dell’ambiente; a oggi in Italia ne sono stati individuati circa sessanta, tra i quali figurano i petrolchimici di Porto Marghera, Brindisi e Taranto e le aree industriali di Pioltello, Trieste e Crotone. Il Decreto Legislativo 152/06, che obbliga alla bonifica del suolo e delle acque contaminate di siti nei quali sia in corso o si intenda avviare un’attività produttiva, prevede pesanti sanzioni per le aziende inottemperanti. Ciò fa prospettare per i prossimi quattro anni un picco della richiesta di impianti per la bonifica e il lavaggio dei terreni e per il trattamento dei reflui derivanti da tali processi, destinata a ristabilirsi su livelli normali negli anni successivi.

I settori industriali potenzialmente interessati da questa evenienza sono svariati, ma quelli nei quali si registra una maggiore frequenza e un maggiore livello di pericolosità degli sversamenti sono l’industria galvanica, l’agricoltura, la zootecnia, l’industria chimica e l’industria alimentare, che producono reflui con carichi inquinanti molto elevati, a causa del contenuto di metalli pesanti, cloruri, solventi, fitofarmaci, antiparassitari, sostanze organiche e chimiche.

La maggior parte delle contaminazioni risale ad attività industriali svolte alcune decine di anni fa, quando non vi era ancora una normativa che regolamentava i limiti di scarico; quelle più recenti hanno solitamente origini dolose. Uno dei casi più eclatanti riportati dalla cronaca è quello di un’azienda galvanica vicentina condannata per aver inquinato i terreni e le falde acquifere della zona – un territorio a elevata permeabilità – a causa di sversamenti protratti per decenni nel terreno di sua proprietà di reflui contenenti cromo esavalente e trivalente, nichel e altri metalli pesanti, che hanno provocato danni ambientali stimati in decine di milioni di euro.

Le procedure di bonifica di un terreno contaminato sono determinate dai tecnici delle ditte specializzate (e approvate dagli enti pubblici preposti) sulla base di vari fattori, tra i quali il tipo di inquinanti, il limite di concentrazione previsto dalla normativa per ciascuno di essi, il loro livello di infiltrazione nel sottosuolo, l’estensione dell’area contaminata e la sua densità abitativa.



Vasca di stoccaggio dei reflui da bonifica terreni

Talora la bonifica può avvenire tramite l'applicazione diretta del trattamento al terreno, come nel caso, ad esempio, di terreni inquinati da sversamenti di sostanze facilmente biodegradabili di origine alimentare o chimica, che vengono decontaminati tramite l'inserimento di sonde contenenti batteri in grado di convertire, attraverso la digestione aerobica, gli inquinanti in anidride carbonica e vapore acqueo. Nella maggior parte dei casi, tuttavia, i trattamenti di bonifica non sono applicabili direttamente al terreno, ma richiedono l'aspirazione dei liquidi inquinanti dal terreno e il loro conseguente trattamento oppure l'asportazione dei terreni (o delle sabbie dei fondali, nel caso di scarico di reflui contaminati nei fiumi) e il loro lavaggio in appositi impianti installati presso ditte specializzate (un processo di lavaggio analogo si applica anche per la bonifica delle ceneri prodotte dagli inceneritori). In entrambi i casi è necessario un successivo trattamento delle acque reflue. In base alla tipologia di trattamento dei terreni effettuata, gli impianti di trattamento delle acque reflue devono essere installati direttamente in sito o presso le ditte specializzate. Nel primo caso, una volta aspirate dai terreni, le acque contaminate vengono stoccate in serbatoi dai quali vengono successivamente prelevate per il trattamento; nel secondo, le acque da trattare sono quelle uscenti dagli impianti di lavaggio dei terreni, contenenti gli inquinanti prima presenti nel terreno e le eventuali sostanze chimiche utilizzate per la loro rimozione.



Unità di evaporazione mobile ETV 3600



Impianto di lavaggio delle ceneri

Per quanto riguarda le installazioni in sito, criterio fondamentale per la scelta della tipologia degli impianti è il periodo di tempo necessario per la bonifica del terreno. Se il trattamento deve protrarsi per anni, Tecam propende per installazioni fisse; nel caso di interventi periodici o temporanei, propone le unità di trattamento mobili, anche con possibilità di noleggio, una soluzione che si rivela conveniente nel caso di periodi di intervento inferiori ai tre anni. La scelta della tecnologia di trattamento dell'acqua inquinata è determinata dalla tipologia dei contaminanti in essa contenuti: nel caso di presenza di solventi clorurati, essa viene generalmente trattata all'interno di impianti a carboni attivi; reflui contenenti cationi di metalli pesanti o anioni sono trattati in impianti a resine; reflui con alte concentrazioni di metalli del primo, secondo e terzo gruppo della tavola periodica (quali piombo, argento, rame, zinco, ferro, alluminio, cromo) richiedono l'applicazione di trattamenti di tipo chimico-fisico. Quando gli inquinanti presenti in un terreno raggiungono livelli di concentrazione molto elevati, esso può essere o asportato e conferito in discarica oppure asportato e lavato in appositi impianti. Per il lavaggio dei terreni viene utilizzata l'acqua se le sostanze contaminanti sono solubili; se non lo sono, vengono applicati dei trattamenti chimici per renderle solubili o biodegradabili. Le acque uscenti dagli impianti di lavaggio dei terreni vengono trattate con le tecnologie più idonee per ciascuna tipologia di reflujo all'interno di impianti fissi installati presso le ditte specializzate. Tra le installazioni per il trattamento delle acque di bonifica e di lavaggio dei terreni e delle ceneri progettate da Tecam figurano un impianto a resine per la rimozione dell'acido cromico dalle acque di lavaggio di un terreno sottostante un'industria di cromatura in Lombardia, un impianto di filtrazione a pirolusite per la rimozione del manganese dalle acque di lavaggio delle sabbie di un'azienda chimica del mantovano, un impianto a resine e uno di evaporazione per la rimozione del boro e del fluoro dalle acque di lavaggio del terreno della zona dei soffioni boraciferi di Larderello (Pisa) e un impianto di trattamento chimico-fisico e uno a resine per la rimozione dei metalli pesanti dalle acque di lavaggio delle ceneri di un inceneritore nel milanese. L'obiettivo cui Tecam mira ogniqualvolta possibile è lo "scarico zero", ovvero la produzione di un'acqua trattata completamente riutilizzabile nel ciclo di lavaggio. Quando tale condizione non è raggiungibile, l'acqua trattata può essere scaricata in acque superficiali in conformità ai limiti di scarico stabiliti dalla normativa.

3

ANNI DI GARANZIA

CALDAIE E RISCALDATORI INDUSTRIALI



Qualità

Innovazione

Esperienza



Gruppo multiplo di riscaldatori industriale a gas metano per olio diatermico fino a 300°C, dimensioni ridotte, peso contenuto, installabile a bordo macchina.

Termoregolatore elettrico per olio diatermico fino a 200°, facile installazione, tipo modulabile.



Refrigeratore ad aria a circuito aperto potenza frigorifera fino a 10 kw, sistema di accumulo acqua fredda pompa alta prevalenza e dimensioni ridotte.

Riscaldatori elettrici da 3 a 2500 kw con temperature dai 100° a 400°
Refrigeratori da 5 a 140 kw con campo di lavoro dai 7° ai 90°
Generatori di vapore fino a 22 T/h con pressione 25 bar
Caldaie a gas da 20 a 5000 kw ad olio diatermico
Miscelatori ad olio e ad acqua da 10 a 2000 kw
Recuperatori di calore da 100 a 2500 KW
Progettazione e realizzazione impianti industriali

WWW.TWKBOILER.IT



TWK srl

Boilers and thermal systems

Via C. Cattaneo, 17 - 22079 TURATE (CO)

tel. 03 86754093 - fax 03 86754555

e-mail: TWK@TWK.boiler.it

ENERGIA PULITA PER L'INDUSTRIA

Compatibilità Sostenibilità & Green Building



Carlo Stanga, il famoso illustratore
per raccontare il grande mondo Mapei



*Da sempre, l'impegno a tutela delle risorse naturali coinvolge a trecentosessanta gradi le soluzioni e i processi produttivi dell'azienda guidata da **Giorgio Squinzi**.*

Non solo i prodotti Mapei sono conformi ai più severi requisiti normativi internazionali, ma le nuove strutture aziendali sono state ideate e realizzate puntando sul risparmio energetico e sulla salute e sicurezza del personale che vi lavora e delle comunità locali.

L'approccio tecnico che da sempre **Mapei** ha deciso di assumere per proporre un intervento che possa definirsi a regola d'arte deve avere caratteristiche di compatibilità e durabilità. La compatibilità chimica, fisica e meccanica rispetto al supporto su cui si interviene, ovvero in considerazione dell'ambiente in cui l'opera vive, è punto di riferimento costante, sin dall'attività di Ricerca&Sviluppo, per la determinazione delle caratteristiche dei prodotti che vengono messi a punto. Per Mapei assicurare la compatibilità prestazionale dell'intero sistema contribuisce in maniera sostanziale alla buona riuscita dell'intervento globale e, quindi, alla durabilità finale dell'opera.

Assicurare una vita utile prolungata al manufatto, sia che si tratti di un edificio o di una struttura, di una nuova realizzazione o di un intervento di ripristino/restauro, individuando in maniera corretta metodologie, tecniche e prodotti innovativi sin dalla fase progettuale, significa occuparsi in maniera concreta della durabilità dell'opera. Tale prerogativa, propria da sempre delle grandi opere pubbliche infrastrutturali, diviene oggi vincolo progettuale anche quando ci occupiamo di piccoli interventi nell'edilizia diffusa privata. L'attenzione alla durabilità è attenzione ai costi di realizzazione e di manutenzione, che vanno valutati in maniera stringente, specie in un momento di scarsa disponibilità di risorse economiche che devono essere incanalate in maniera oculata. Ecco, quindi, che la durabilità diviene condizione necessaria della sostenibilità.

Il concetto merita un approfondimento poiché occorre fugare il rischio di omologazione tra sostenibilità e un non meglio identificato concetto di etica ambientalistica. Occorre inoltre sgombrare il campo da slogan e campagne pubblicitarie senza alcuna attinenza con il rigore tecnico e scientifico proprio della professione di chi



opera nel settore delle costruzioni. La sostenibilità, in un approccio corretto, può assicurare una crescita proficua, costituendo un vero e proprio volano di sviluppo sostenibile estremamente importante in special modo in un momento di crisi globale del mercato.

Un'efficace esemplificazione dello Sviluppo Sostenibile è costituita dallo "sgabello a tre gambe", rappresentato dai fattori ambientali, economici e sociali che insieme, coesistendo e integrandosi, realizzano e reggono la struttura dell'impianto.

Sono, quindi, considerazioni di natura ambientale, economica e sociale che guidano il focus sulla sostenibilità e che presuppongono un cambio di mentalità attraverso un approccio olistico, in un'ottica in cui diviene prioritario tenere a mente due concetti fondamentali: causare meno danni e riparare ciò che è danneggiato valutando sempre il vantaggio economico. Lo sviluppo sostenibile, come dottrina generale, viene tradotta e interpretata in edilizia dal GREEN BUILDING, che si propone di utilizzare minori risorse naturali e materie prime vergini e limitare la produzione di emissioni in atmosfera, rifiuti solidi e acque reflue.

GREEN BUILDING COUNCIL è una delle associazioni internazionali, tra le più diffuse e presenti al mondo, che si propone di interpretare e tradurre i principi dello Sviluppo Sostenibile nella progettazione e realizzazione degli edifici attraverso il Protocollo LEED. Il LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) è un sistema di certificazione volontario, basato su Prerequisiti & Crediti che è possibile applicare agli edifici pubblici e privati. Per ottenere tale certificazione è necessario operare, in maniera coerente, fondamentali scelte, dalla fase progettuale al collaudo dell'opera, nella direzione dello Sviluppo Sostenibile, coinvolgendo nel processo tutti gli attori: committente, progettisti, imprese, subappaltatori e produttori di materiali Edili. Mapei è da sempre socio del GREEN BUILDING COUNCIL, in Italia e all'estero.

Tutti i tecnici Mapei sono disponibili per supportare progettisti, imprese e operatori del settore nella scelta di sistemi durevoli ed ecosostenibili, con la competenza e la professionalità che deriva dalla ricerca effettuata nei laboratori e dall'esperienza maturata nei cantieri di tutto il mondo.

Un impegno a prova di certificazione

Sull'onda della recente moda green molte realtà industriali si sono improvvisate come nuove paladine della sostenibilità e del rispetto dell'ambiente, secondo un'operazione nota agli operatori del settore come "greenwashing": una sorta di "sciacquatura verde", l'appropriazione di facciata di pratiche ambientaliste che ha come unico scopo quello di migliorare l'immagine aziendale, distogliendo l'attenzione dalle responsabilità e dagli impatti negativi del proprio operato. L'impegno di Mapei invece è da sempre un impegno concreto: il sistema di gestione per la qualità è stato applicato dall'azienda sin dal lontano 1994 e certificato in conformità con con la norma ISO 9001 e da allora sempre aggiornato.

Mapei ha poi adottato sistemi di gestione conformi agli standard internazionali ISO 14001, Regolamento EMAS, OHSAS 18001, la cui applicazione viene verificata annualmente. Inoltre risale al 1992 l'adesione dell'azienda al programma internazionale Responsabile Care, che raggruppa gli sforzi di tutta l'industria chimica mondiale in favore dello sviluppo sostenibile.

Le politiche di Mapei sono orientate al rispetto e all'attenzione verso i lavoratori e verso coloro che utilizzano quotidianamente i suoi prodotti. Da ottobre 2005 i prodotti Mapei della linea Eco sono provvisti della certificazione e marcatura rilasciate dall'istituto di certificazione GEV (associazione per il controllo delle emissioni dei prodotti per pavimentazione, adesivi e materiali per l'edilizia), EMICODE EC1, che ne attesta la limitatissima emissione di sostanze organiche volatili e, dal giugno 2010, della marcatura EMICODE EC1 PLUS, che garantisce livelli di emissione ancora più bassi.

Un'ulteriore certificazione di alcuni prodotti Mapei è il Blazer Engel, marchio che garantisce sia ai posatori sia agli utenti finali una buona qualità dell'aria. GEV e Blauer Engel sono entrambe classificazioni molto severe, che valutano le VOC dei prodotti per



Parco Ferrari World, Abu Dhabi - Emirati Arabi Uniti



Armani Hotel, Burj Khalifa, Dubai - Emirati Arabi Uniti

l'edilizia sia a breve (tre giorni) sia a lungo termine (ventotto giorni) dall'applicazione del prodotto in apposite camere ambientali.

Con l'obiettivo di assicurare correttezza e trasparenza e promuovere comportamenti conformi alle aspettative della direzione nella conduzione delle attività, da parte di tutti i componenti dell'organizzazione, Mapei si è dotata di un Modello Organizzativo per la gestione della Responsabilità Amministrativa e sociale e del relativo Codice Etico, in conformità alla politica aziendale e nel rispetto dei requisiti di norme e leggi. Infine, l'azienda ha sviluppato il concetto di "Green Innovation", che viene applicato a tutti quei prodotti che – oltre a soddisfare quanto previsto dal Regolamento LEED e dai più importanti enti di certificazione – hanno ulteriori requisiti che migliorano il comfort dell'ambiente in cui vengono utilizzati e preservano il benessere di chi li impiega. Il logo Green Innovation permette di identificare i prodotti che posseggono tutte o alcune caratteristiche: bassa emissione di VOC (sostanze organiche volatili); sviluppati con materiali riciclati o residui di altre lavorazioni industriali; rallentata formazione di muffe grazie alla tecnologia Mapei BioBlok; sviluppo trascurabile di polvere, grazie alla tecnologia Mapei Low Dust. Attualmente sono oltre centocinquanta i prodotti di questo tipo proposti dall'azienda, tutti facilmente riconoscibili grazie al logo che raffigura un albero verde.

Verso un'edilizia eco-friendly

Abbiamo visto come norme quali il LEED incoraggino l'utilizzo di prodotti eco-sostenibili per costruire edifici "verdi", che rappresentano una delle principali recenti trasformazioni del mondo delle costruzioni. Oggi sempre più si esigono, in un ambito come quello della pavimentazione, prodotti contenenti sostanze riciclate e a basso contenuto di VOC, in modo da salvaguardare il benessere di chi occupa gli ambienti. Esiste infatti non solo un inquinamento esterno, ma anche un indoor pollution, causato dalla volatilità di alcuni composti contenuti nel legno, nelle vernici e nei detergenti. Queste sostanze possono causare disturbi quali irritazioni delle mucose e sintomi irritativi delle vie aeree superiori e inferiori.

È pertanto fondamentale garantire una buona qualità dell'aria all'interno degli edifici, utilizzando prodotti che emettano la minor concentrazione possibile di VOC. Nel corso degli anni Mapei si è impegnata a ridurre il contenuto delle sostanze più nocive nei suoi prodotti, in particolare negli adesivi organici, all'interno dei quali il contenuto è largamente inferiore al limite fissato dalle principali organizzazioni mondiali del settore. Una norma fondamentale del settore è quella americana denominata "Sustainable Carpet Assessment" (ANSI 140), introdotta per determinare se i prodotti per pavimenti tessili e moquette si conformano ai principi ambientali, economici e sociali dell'eco-sostenibilità, prendendo in esame tutta la catena della distribuzione. Un altro importante punto di riferimento normativo è costituito dalla "Sustainable Assessment for Resilient Floor Coverings" (NSF/ANSI 332), elaborata nel 2010 dalla National Science Foundation e dall'American National Standard Institute, relativa ai pavimenti resilienti, che tiene in considerazione non solo le caratteristiche del prodotto finale, ma anche la sua progettazione. Secondo la NSF/ANSI 332 infatti i procedimenti di fabbricazione del prodotto devono includere policy per la riduzione dell'impatto ambientale e dei materiali per l'imballaggio e assicurare la diminuzione delle emissioni (provenienti per esempio da adesivi e impermeabilizzanti) e della polvere rilasciata durante l'utilizzo dei prodotti e la prevenzione della formazione di muffe. Mapei produce da anni linee di prodotti Eco, con bassissime emissioni di VOC, e certificati EMICODE.

Per ottenere quest'ultima certificazione il prodotto deve essere solvent free e non tossico; in particolare possono ricevere quest'etichettatura primer, adesivi cementizi, adesivi organici in pasta, fughe, sigillanti, autolivellanti e vernici per parquet. Come abbiamo visto, invece, la certificazione LEED, essa si applica solo sul progetto dell'edificio e non su singoli prodotti o servizi, che possono però contribuire all'ottenimento dell'etichettatura, nei due ambiti Materiali e Risorse (MR) e Qualità ambientale Interna (QI). Per MR, Mapei propone i prodotti della linea ULTRALITE, sviluppati con una tecnologia innovativa che li rende "alleggeriti": contengono infatti circa il 30% di riciclato post-consumo. Le imprese quindi che utilizzano i prodotti della linea dunque offrono un vantaggio ai costruttori impegnati nel conseguimento del certificato LEED. Allo stesso modo, la linea di adesivi poliuretanici per legno ULTRABOND ECO contiene materie prime facilmente rinnovabili e contribuisce quindi all'assegnazione di punti per ottenere la certificazione.

Analogamente alcuni prodotti Mapei possono aiutare a conseguire la certificazione LEED per quanto concerne invece la Qualità Ambientale Interna: ULTRALITE S1, per esempio, riducono fino al 90% la quantità di polvere generata durante la miscelazione e l'applicazione della malta. Mapei è infine in possesso di altri label volontari che garantiscono l'ecosostenibilità e rispondono alle diverse esigenze dei mercati locali: la certificazione M1 per il mercato finlandese, il marchio Ü tedesco e il Logò Sanitaire in Francia, obbligatori per vendere i prodotti in questi paesi.



IL DESTINO DI ESSERE GLOBALI



GRANDANGOLO

I primi 20 anni di Ital Control Meters



Gianantonio Favalessa

Nel 1993 nasceva Ital Control Meters da un'idea tra due colleghi strumentisti, Gianantonio Favalessa e Roberto Checchinato, i futuri soci che hanno deciso di mettersi in gioco e fare impresa dopo quasi dieci anni di esperienza nel settore della distribuzione di strumentazione per il controllo del processo. Una chiara visione di sviluppo e la passione vera per il lavoro sono stati i combustibili che hanno fatto attraversare all'azienda un periodo storico ed economico non certo favorevole per il nostro Paese.



La sede aziendale

Nata venti anni fa nella piccola sede di Cusano Milanino, Ital Control Meters si pone fin da subito come distributore esclusivo in Italia di marchi esteri nel settore prevalentemente delle misure di portata per liquidi e gas.

Le due aziende estere partner più importanti all'epoca erano Heinrichs, costruttore tedesco specializzato in misuratori di portata ad area variabile, magnetici e massici a effetto Coriolis e KURZ, azienda statunitense specializzata in misuratori di portata termici per gas. Sono quindi le tecnologie dei "Coriolis" (allora soprattutto per liquidi) e dei "termici" (per misure di gas) quelle che caratterizzano i primi anni dell'attività imprenditoriale, che fanno conoscere l'azienda sia agli utenti finali sia alle società di ingegneria.

Ital Control Meters (nota anche come ICM) comincia a crescere e a consolidarsi: altri costruttori e prodotti vengono aggiunti a un programma di vendita che si amplia oltre che con le misure di portata anche con quelle di livello e di densità per liquidi.

Nel 2000 una prima svolta importante: la società si trasferisce nei nuovi uffici di Carate Brianza, una sede pensata per lo sviluppo futuro, con uffici moderni, ma anche un magazzino efficiente e uno spazio adeguato alle esigenze tecniche (verifiche, riparazioni, calibrazioni) che stanno nel DNA dell'azienda.

In quegli anni, ad affiancare Coriolis e termici oltre a un ventaglio di tecnologie e prodotti per soddisfare ogni richiesta nell'ambito delle misure di portata, arriva dopo un'attenta ricerca internazionale una tecnologia di grande interesse. Si arriva così alla firma del contratto di distribuzione esclusiva con **FLEXIM**, allora una piccola azienda tedesca ma con un "tesoro" ancora semiconosciuto: il misuratore di portata a ultrasuoni clamp-on.

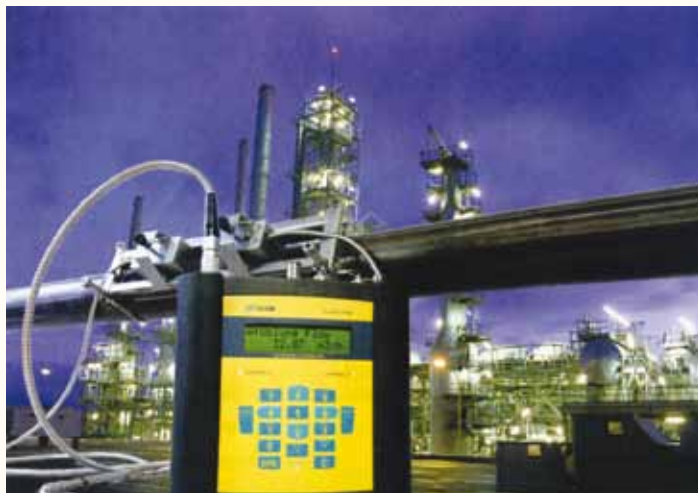
Tecnologia nota da tempo ma prevalentemente per applicazioni semplici, FLEXIM invece ha sviluppato uno strumento tecnologicamente all'avanguardia assoluta nel settore degli ultrasuoni da montare all'esterno della tubazione e con questo "gioiello" ICM pianifica una capillare attività di sviluppo del mercato. Questa tecnologia è perfetta da affiancare alle altre proposte da ICM e in brevissimo tempo si afferma anche grazie alla particolare propensione dell'organizzazione aziendale a introdurre tecnologie innovative nell'ambito dell'industria di processo. Nei primi anni 2000 Ital Control Meters cresce e si consolida come "**Flow Company**". In quegli anni avviene l'incontro con l'azienda inglese **PCME** per verificare nuove opportunità e nuovi mercati. PCME costruisce sensori per misurare la concentrazione di polveri in uscita da impianti di filtrazione e sui camini. Ancora una volta ICM riconosce una tecnologia "innovativa" e sviluppa un mercato sfruttando le attitudini tecniche del team e la sinergia con le tecnologie già nel programma di vendita.

Nasce il binomio "polveri e portate" per le emissioni e nel giro di pochi anni si sviluppano centinaia di applicazioni.

Con questi nuovi prodotti e soprattutto con le nuove applicazioni sui camini degli impianti siderurgici, degli inceneritori, delle centrali di produzione energia, e di ogni altro impianto industriale dove sia necessario monitorare l'efficienza di filtrazione prima delle emissioni in atmosfera, si evidenzia la necessità di irrobustire la struttura aziendale preposta all'assistenza tecnica. L'azienda è pronta, sia sul piano logistico sia su quello economico e poco alla volta si costituisce il team di supporto tecnico, fiore all'occhiello della Ital Control Meters di oggi. Al compimento del suo ventesimo compleanno ICM è una realtà matura e consolidata, non solo con prodotti all'avanguardia ma anche con la capacità di aiutare i propri clienti a fare le scelte giuste e utilizzare al meglio i prodotti, oltre che seguirli nel corso della vita con programmi di manutenzione mirati.



Dalle misure di portata per il processo alle analisi per le emissioni



F/G 608 portatile ATEX



G800 per misura gas naturale

MISURE DI PORTATA

Il ventaglio delle tecnologie proposte è ampissimo e copre tutte le esigenze in ambito industriale, con particolare riguardo all'industria dell'Oil&Gas e a quella dell'energia. Diverse sono le aziende rappresentate, le tecnologie e quindi i prodotti:

- **FLEXIM** con i suoi ultrasuoni clamp-on (montaggio all'esterno delle tubazioni).

La piccola azienda tedesca, nata all'inizio degli anni '90 è diventata in pochi anni l'azienda leader mondiale per questa tecnologia, con oltre 200 dipendenti e sedi in tutto il mondo e una particolare propensione a investire nella ricerca e sviluppo della tecnologia che ha portato e porterà a nuove applicazioni nella misura di liquidi (anche oltre i 500°C) e di gas.

- **KURZ** pioniere e tutt'ora capofila tecnico per i misuratori di portata di massa a dispersione termica per gas, questa azienda americana fornisce strumenti per misurare ogni tipo di gas, sia in applicazioni di processo che anche sui grandi camini per le emissioni.

- **VORTEK**: un'azienda americana produttrice di misuratori di portata a vortici, molto interessanti poiché strumenti multi variabile dall'enorme flessibilità applicativa. Sia nella versione in linea sia in quella a inserzione, misurano la portata volumetrica o massica ma anche l'energia termica di liquidi e gas e sono molto spesso impiegati per la misura del vapore.

- **SWR** con quest'azienda tedesca ICM affronta lo spinoso problema di misurare la portata di prodotti solidi (polveri, scaglie, granuli) sia in trasporto pneumatico sia in caduta libera, mediante la tecnologia delle microonde quindi senza organi mobili e virtualmente senza manutenzione alcuna.

MISURE DI LIVELLO

Le tecnologie proposte sono molteplici, per misurare il livello sia di liquidi sia di solidi. Si va dal semplice livello a galleggiante con accoppiamento magnetico, ai più sofisticati misuratori magnetostrittivi, passando per tutta una gamma di misuratori a ultrasuoni da quelli più economici e semplici fino a quelli per applicazioni critiche anche su grandi distanze.

ANALISI DI PROCESSO

Un settore che abbraccia diverse tecnologie tutte indirizzate all'analisi di caratteristiche specifiche di liquidi, principalmente per definirne la concentrazione o comunque il riconoscimento nell'ambito del processo. Tra le tecnologie più interessanti vi sono:

- **VISCOSIMETRI** prodotti dalla francese Sofraser sono strumenti che misurano la viscosità dinamica e se richiesto anche cinematica di liquidi, slurry e paste anche in condizioni di processo estreme.



Misuratori di concentrazione a ultra suoni Plox®S

- DENSIMETRI sono soluzioni basate su sensori vibranti alla frequenza di risonanza con diverse realizzazioni sia come materiali costruttivi sia come prestazioni assolute.
- RIFRATTOMETRI sono strumenti progettati per l'industria chimica, farmaceutica e alimentare che si differenziano dalle altre tecnologie oggi disponibili per una realizzazione unica del sensore.
- ULTRASUONI rivoluzionario misuratore di concentrazione a ultrasuoni senza contatto, assolutamente perfetto per la misura di concentrazione di acidi.

CONCENTRAZIONE POLVERI

Comprende tutta la gamma dei polverimetri PCME, diventata nell'ultimo decennio una delle due o tre società leader a livello mondiale per la misura di concentrazione polveri in emissione. PCME è in grado di affrontare sia le applicazioni di processo ove sia necessario controllare in continuo l'efficienza di un filtro (filtro a maniche, scrubber, ciclone) che anche le vere e proprie analisi di concentrazione polveri anche soggette alle normative più restrittive (i nostri strumenti sono tutti certificati QAL1 secondo EN 14181). Diverse sono le tecnologie disponibili:

- ELETTR DINAMICO è il fiore all'occhiello di PCME, il nostro cavallo di battaglia, la tecnologia a elettrificazione che rende possibili le analisi delle polveri anche in applicazioni critiche con una manutenzione molto ridotta ed una affidabilità assoluta.
- DIFRATTOMETRO questa è una tecnologia molto diffusa soprattutto nell'ambito degli impianti di termovalorizzazione e nelle grandi centrali di produzione energia, il sistema è ottico e fornisce prestazioni molto elevate.
- OPACIMETRO DINAMICO è la versione riveduta del tradizionale opacimetro ad estinzione di luce, in questo caso molto meno soggetto allo sporco delle lenti ottiche e particolarmente adatto all'installazione dopo un elettrofiltro.



Misuratori clamp-on per liquidi



La linea produttiva di PCME



REPORTAGE

INAUGURAZIONE DELLA BIORAFFINERIA DI CRESCENTINO

L'energia del futuro

MOSSI GHISOLFI
GROUP

*A Crescentino,
inaugurato il
primo impianto
al mondo per la
produzione di
biocarburanti
di seconda
generazione: la
bioraffineria di
Beta Renewables
(Gruppo
Mossi Ghisolfi)
produrrà a
regime 75 milioni
di litri annui
di bioetanolo
di seconda
generazione,
sfruttando
prodotti agricoli
residuali.*



BETARENEWABLES

PROESA®





Guido Ghisolfi

È stata inaugurata lo scorso 9 ottobre, alla presenza del Ministro dello Sviluppo Economico Flavio Zanonato e di alcune autorità locali (il Presidente della Regione Roberto Cota, il Sindaco di Crescentino Marinella Venegoni, il Presidente della Provincia di Vercelli Carlo Riva Vercellotti), la bioraffineria di Crescentino. Si tratta del primo impianto al mondo per la produzione di bioetanolo da biomasse non alimentari, di proprietà di Beta Renewables, joint venture tra Biochemtex, società d'ingegneria del gruppo Mossi Ghisolfi, il fondo americano TPG (Texas Pacific Group) e il leader mondiale della bio-innovazione, l'azienda danese Novozymes. L'impianto di Crescentino è frutto di un investimento pari a 150 milioni di euro, che ha puntato sulla chimica sostenibile e ha portato l'Italia a conquistare una posizione di avanguardia tecnologica a livello mondiale, in un settore industriale strategico. Il progetto è stato sostenuto dalla Commissione Europea nell'ambito del Settimo Programma Quadro per la ricerca e lo sviluppo.



Roberto Cota, Guido Ghisolfi e Flavio Zanonato all'inaugurazione

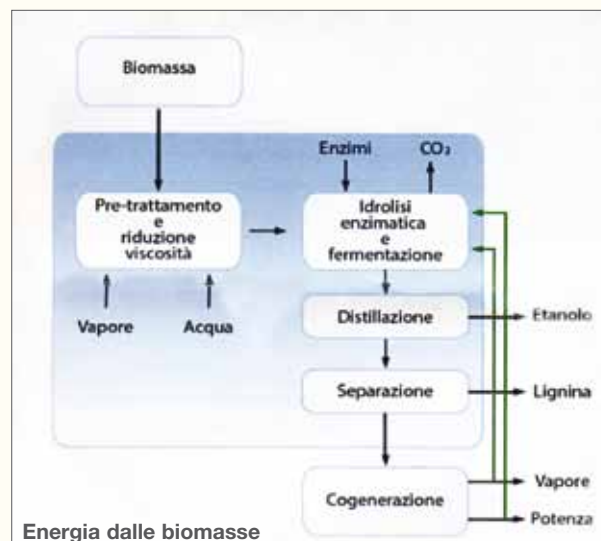
Lo stabilimento, un gigante dai consumi energetici ridotti

La bioraffineria, che occupa una superficie pari a 15 ettari, avrà ricadute positive sul territorio in termini di occupazione impiegando un centinaio di addetti diretti e circa 200 indiretti. Entrato in funzione a gennaio 2013, a regime avrà una capacità produttiva di 75 milioni di litri all'anno di bioetanolo di seconda generazione destinato al mercato europeo.

Lo stabilimento è totalmente autosufficiente per quanto riguarda i consumi energetici (13 MW di energia elettrica prodotti utilizzando la lignina) e non produce reflui derivanti dalla produzione industriale, assicurando un riciclo dell'acqua pari al 100%. Per realizzarlo sono state necessarie 1.500 tonnellate di acciaio, 1.400 tonnellate di tubazioni e valvole e 18 km di tubature sotterranee e sono stati impiegati ben 370 macchinari. L'aspetto "rivoluzionario" della bioraffineria risiede nella piattaforma tecnologica impiegata per ottenere il bioetanolo. L'innovativa tecnologia PROESA® (PROduzione di Etanolo da biomasSA), combinata con gli enzimi Cellic® prodotti da Novozymes, utilizza infatti gli zuccheri presenti nelle biomasse lignocellulosiche per ottenere alcol, carburanti e altri prodotti chimici, con minori emissioni di gas climalteranti e a costi competitivi rispetto alle fonti fossili. Inoltre, PROESA® produce biocarburanti che assicurano una riduzione delle emissioni di gas serra vicina al 90% rispetto all'uso di combustibili di origine fossile, notevolmente superiore alla riduzione raggiunta dai biocarburanti di prima generazione. "Gli investitori interessati al bioetanolo di nuova generazione spesso ci chiedono quando la tecnologia sarà pronta per la produzione su scala industriale", ha affermato Guido Ghisolfi, amministratore delegato di Beta Renewables. "PROESA® consente ai nostri clienti di produrre biocarburante avanzato a un costo competitivo rispetto ai biocarburanti convenzionali. Inoltre, la nostra offerta completa rende questi progetti bancabili e replicabili. Con il primo impianto al mondo a produzione industriale in funzione qui, a Crescentino, mi auguro fortemente di dare il via a una nuova e promettente industria nel settore della chimica verde". "La politica ora deve mandare chiari segnali che incoraggino gli investimenti necessari nel settore dei biocarburanti di nuova generazione" ha detto Peder Holk Nielsen, amministratore delegato di Novozymes. "Norme sulla miscelazione stabili e prevedibili, incentivi per la raccolta dei residui agricoli e supporto negli investimenti per i primi impianti di produzione su larga scala aiuterebbero in maniera sostanziale a ridurre i gas serra, a stimolare l'economia e ad assicurare il fabbisogno energetico. Non è più pensabile continuare a fare affidamento sui combustibili fossili". "La produzione su larga scala di zuccheri a basso costo da biomassa non alimentare è un fattore fondamentale per accelerare la crescita di sostanze biochimiche e biocarburanti" ha dichiarato Geoffrey Duyk, Amministratore delegato e partner di TPG. "Siamo molto contenti di vedere questa tecnologia implementata in tutto il mondo, sfruttando la fonte più conveniente di biomassa specifica per ogni regione, comprese le colture dedicate e gli scarti agricoli".



Veduta notturna dell'impianto di Crescentino



La tecnologia PROESA®: un'eccellenza italiana

La bioraffineria di Crescentino sorge su un territorio a forte vocazione agricola che permette di sfruttare un'ampia varietà di biomasse disponibili a basso costo in un raggio di 70 chilometri dallo stabilimento: principalmente paglia di riso, di cui l'area è ricca, ma l'azienda sta sviluppando anche una filiera dedicata per avere disponibile la canna gentile (Arundo Donax), che può essere coltivata su terreni marginali, senza sottrarre spazio alla produzione agricola a uso alimentare. La tecnologia PROESA®, risultato di un investimento di 150 milioni di euro e di cinque anni di ricerca, è stata sviluppata da Biochemtex, società d'ingegneria del Gruppo Mossi Ghisolfi, nel Centro Ricerche di Rivalta Scrivia (Alessandria) interamente dedicato alle fonti rinnovabili, dove a partire dal 2009 è entrato in funzione un impianto pilota per produrre biocarburanti. I risultati ottenuti nell'impianto pilota hanno portato il Gruppo a entrare nella fase di produzione su scala industriale con la costruzione dell'impianto di Crescentino. Già da qualche anno Beta Renewables sta esportando nel mondo questa tecnologia all'avanguardia tutta italiana. Diversi sono gli accordi già sottoscritti con società internazionali per l'utilizzo di PROESA®: l'americana Genomatica, leader tecnologico dell'industria chimica, e la brasiliana GranBio, che grazie a questo accordo realizzerà la prima raffineria di bioetanolo di seconda generazione del Brasile, con una capacità produttiva di 82 milioni di litri/anno. Di

recente è stato siglato un accordo con la società californiana Canergy per la costruzione di un impianto da 25 milioni di galloni negli Stati Uniti. Recentemente Biochemtex e Codexis, società che sviluppa enzimi ingegnerizzati utilizzati nella produzione di prodotti farmaceutici, chimici e biocarburanti, hanno annunciato di aver raggiunto con successo la fase di scale-up industriale nel processo di produzione di CodeXol® di alcoli grassi, utilizzando gli zuccheri ottenuti dalle biomasse lignocellulosiche.

“Quello dei biocarburanti di seconda generazione rappresenta un mercato ad elevato potenziale economico e occupazionale, considerando il know-how delle nostre imprese e le direttive emanate dalla Commissione Europea in materia” ha aggiunto Guido Ghisolfi. “Continueremo a investire in ricerca perché crediamo che la chimica sostenibile rappresenti uno dei settori chiave per la ripresa economica del Paese. Stiamo facendo una serie di valutazioni preliminari su alcune aree in Italia che potrebbero rivelarsi strategiche per costruire nuovi impianti.

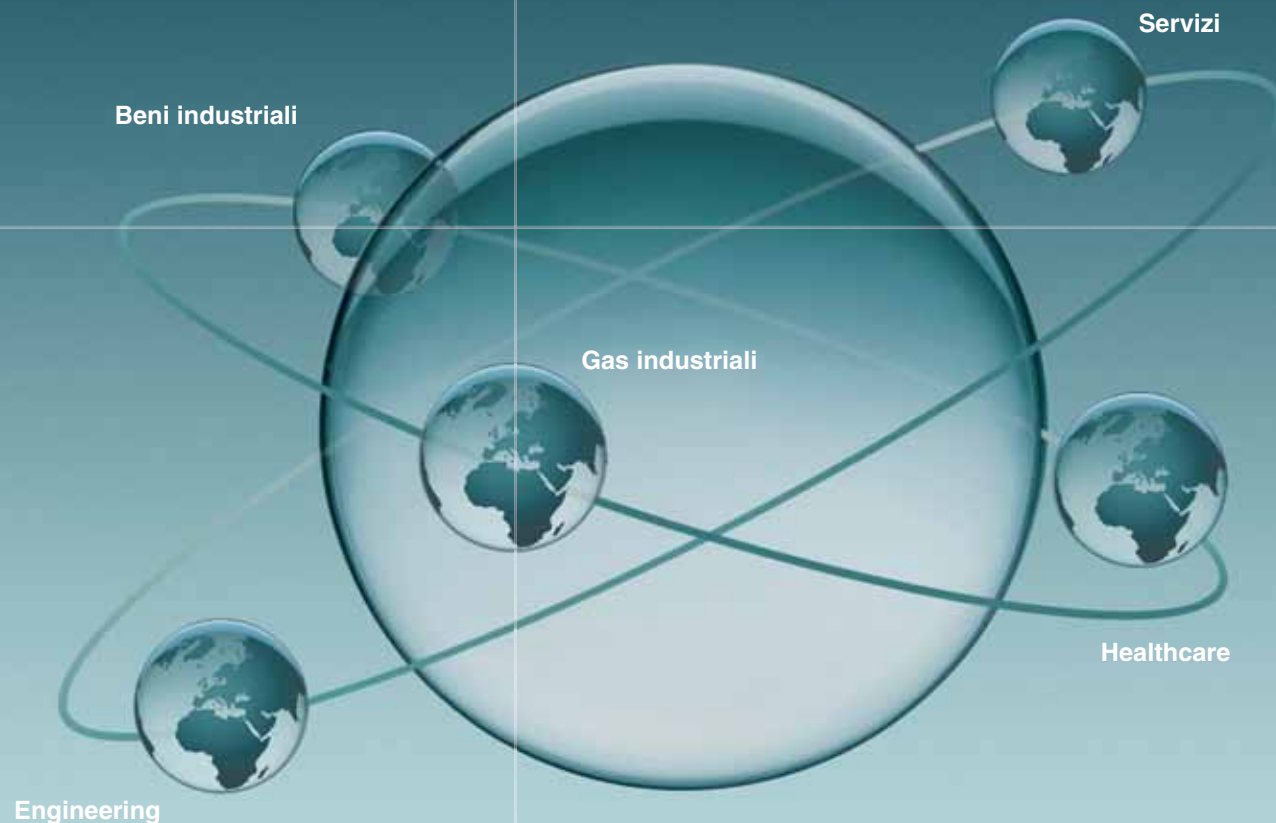
Apriremo a Modugno, vicino a Bari, un nuovo Centro Ricerche e un impianto dimostrativo per produrre intermedi chimici a partire da lignina, un co-prodotto della produzione di etanolo. Parallelamente continueremo a esportare la nostra tecnologia nel mondo attraverso accordi commerciali, perché la richiesta di biocarburanti di nuova generazione è in continua espansione”.

Biocarburanti e polimeri verdi

Con stabilimenti in Messico, Stati Uniti, Brasile, 600 ingegneri in India e 250 in Cina, Mossi Ghisolfi rappresenta il secondo gruppo chimico italiano dopo Eni, con 3 miliardi di dollari di fatturato, di cui solo un decimo proveniente dall'Italia. L'azienda è diventata grande grazie ai polimeri tanto da diventare oggi la numero uno per il PET, la plastica per le bottiglie. Poi ha scommesso sul bioetanolo, con una nuova tecnologia che consente di trasformare in carburante la vegetazione coltivata su terreni marginali, in particolare l'Arundo Donax (la canna gentile). Tra i progetti futuri dell'azienda vi sono l'apertura di un nuovo impianto dimostrativo a Bari a metà 2014, con un centinaio di assunzioni qualificate..



Al centro il fondatore e presidente del Gruppo MG Vittorio Ghisolfi con i figli Guido e Marco



Il Gruppo SIAD

SIAD è un Gruppo internazionale ed uno dei più importanti nel settore dei gas industriali. Fondato a Bergamo nel 1927, è presente in Europa e nel mondo con siti produttivi, filiali commerciali e centri di assistenza.

Il Gruppo SIAD è attivo nel business dei gas industriali da oltre 85 anni ed è inoltre presente nei settori engineering, healthcare, servizi e beni industriali.

Per maggiori informazioni:
www.siad.com

Gruppo SIAD.
Gas industriali, Engineering, Healthcare,
Beni industriali e Servizi.

www.siad.com



Ambiente chimica & strategiere per l'ambiente



**PROTEGGE
IL TUO PRODOTTO
DALL' OPERATORE**

**La Cleanroom è un investimento importante
che necessita di servizi importanti, Alsco offre:**

**noleggio e gestione
di capi sempre idonei**

- decontaminazione particellare degli abiti a livello di classe A (ASTM - F51/00) mediante un processo di lavaggio esclusivo ad acqua deionizzata
- possibilità di sterilizzazione, mediante irraggiamento Beta o Gamma o in autoclave
- semplicità e sicurezza di un fornitore globale
- flessibilità di gestione

qualità su misura

- presenza capillare con 8 sedi operative in Italia
- qualità certificata, uniforme in tutte le sedi
- assistenza tecnico-commerciale a 360° personalizzata
- consulenza tecnica (ISO 14644 e 14698)

Un nuovo servizio per dare + performance



Direzione Generale e Sede Amministrativa
via Agostino Bertani, 6 20154 Milano
T: 02 89400523 - F: 02 89401493
E: alsco.milano@alsco.it - www.alsco.it



La chimica che aiuta l'ambiente

I recenti dati del diciannovesimo Rapporto Responsible Care - il programma volontario per la tutela di sicurezza, salute e ambiente di Federchimica - dimostrano l'impegno dell'industria chimica italiana nella ricerca di soluzioni sempre più sostenibili. Negli ultimi vent'anni moltissimi sono stati i risultati concreti in termini di riduzione delle emissioni inquinanti, miglioramento dell'efficienza energetica e implementazione di processi di produzione che evitano sprechi.

La sensibilità ambientale nell'industria chimica è sempre più elevata

Dal 1990 le imprese italiane del settore chimico hanno migliorato la propria efficienza energetica del 45% e ridotto i consumi di energia del 36%, agendo sulle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto: materie prime, energia, processo di produzione, uso e gestione dei rifiuti. Ad affermarlo è l'ultimo rapporto annuale Responsible Care, che analizza la sostenibilità delle aziende del settore secondo tre diverse ma concatenate direttrici: la sicurezza delle persone, l'ambiente e l'economia. Quello di sviluppo sostenibile è infatti un concetto integrato: l'azione ambientale da sola non può esaurire le sfide del futuro, dal momento che ogni piano o politica d'intervento deve rispondere a una visione integrata e non può prescindere dagli impatti economici e sociali. In questo contesto, la riduzione delle emissioni rappresenta uno degli obiettivi principali dell'industria chimica, da raggiungere attraverso l'ottimizzazione dell'uso delle risorse, la minimizzazione dei rifiuti e il corretto smaltimento di essi e il miglioramento dell'impatto della produzione industriale sull'ambiente. Insomma, un impegno complessivo, a 360 gradi. Spesso quando si parla di ambiente si pensa solo all'inquinamento atmosferico. Certamente, la limitazione dell'emissione dei gas serra nell'aria (in particolare di

anidride carbonica e protossido di azoto) costituisce una delle policy più importanti da implementare e non solo in ambito chimico. Ma non solo: parlare di ambiente significa anche operare in favore della salvaguardia di una risorsa importante come l'acqua, riducendo i consumi attraverso una gestione efficiente (essa viene utilizzata nelle aziende chimiche principalmente per il raffreddamento degli impianti, per la produzione e per la pulizia dei siti) e prestando attenzione ai corpi idrici in cui vengono immesse acque di scarico. Solo in questo modo infatti è possibile non alterare gli ecosistemi e continuare a garantire la naturale biodiversità dei corsi d'acqua dolce e del mare. Un altro elemento fondamentale della questione ambientale è poi rappresentato dalla corretta gestione dei rifiuti, a cui si accompagna non solo il tema del riciclo e dei nuovi prodotti sostenibili (le bioplastiche, solo per citare un esempio), ma anche quello della bonifica dei siti inquinati. L'ambiente - declinato proprio nei suoi tre principali elementi, Acqua, Aria e Suolo - è al centro del Dossier di questo e del prossimo numero de "La Chimica & l'Industria", in un'ampia panoramica di prodotti e case studies delle più importanti aziende del settore che ci accompagnerà anche nell'ultimo numero del 2013.

What you can do



with a
touch of blue.

You can...

Improve your refinery profitability by maximizing the production of clean transportation fuels with our leading residue upgrading technologies.

Deliver the best in refinery hydrogen production while reducing your operating costs with our unique Terrace Wall™ reformer design.

Enhance the efficiency of your overall sulfur recovery to achieve peak operating and environmental performance with our SRU technology.

And these are just the technology options. There is so much more you can do with a touch of blue. Visit www.fwc.com/touchofblue

Soil and Groundwater remediation

Foster Wheeler Italiana è tra le più grandi società di management, progettazione e costruzione italiane a capitale privato ed è una delle più importanti realtà internazionali nel settore dell'Engineering & Contracting, in grado di fornire ai propri clienti avanzate tecnologie nella progettazione e realizzazione degli impianti, le più moderne tecniche di gestione e una profonda conoscenza del mercato mondiale. Opera nei settori petrolifero, chimico, petrolchimico, farmaceutico, ambientale e della produzione di energia. La società è inoltre attiva in Italia con iniziative BOO (Build, Own and Operate) nella produzione di energia e trasformazione di rifiuti solidi.

Il Gruppo Foster Wheeler Italiana (del quale fanno parte gli uffici operativi di Milano, Madrid, Parigi, Basilea, Istanbul, Mosca) appartiene a sua volta al Global Engineering and Construction Group di Foster Wheeler AG, società internazionale leader nel settore con un'esperienza di oltre un secolo e presenza in oltre 30 Paesi. Foster Wheeler Italiana - Environmental Division è la divisione d'ingegneria e consulenza ambientale di Foster Wheeler Italiana. Dall'anno della sua creazione nel 1994, ha raggiunto in breve tempo una posizione di leadership nel settore ambientale, fatturando dal 1994 a oggi più di 150 milioni di Euro, con attività sia in Italia sia all'estero.

Nel settore Soil and Groundwater remediation, negli ultimi quindici anni la divisione Environmental ha predisposto ed eseguito più di 1000 piani di caratterizzazione, realizzando oltre 15.000 sondaggi geognostici e piezometri e gestendo centinaia di migliaia di dati analitici; ha progettato e realizzato più di 200 bonifiche di siti industriali, giungendo in oltre 20 casi fino alla certificazione di avvenuta bonifica; ha operato in oltre 2000 punti vendita carburanti, 30 depositi carburanti e decine di raffinerie e stabilimenti petrolchimici in Italia, molti dei quali dichiarati dal Ministero dell'Ambiente Siti di bonifica di Interesse Nazionale (SIN).

Un caso applicativo

In uno di tali megasiti, un impianto multisocietario di oltre 200 ettari, attivo nel Nord Italia dagli anni quaranta, la divisione Environmental della Foster Wheeler dal 2002 a oggi ha:

- progettato e realizzato il piano di caratterizzazione dei suoli e delle acque sotterranee;
- eseguito più di 500 sondaggi e installato oltre 100 piezometri (fino a 50 m di profondità);
- prelevato e analizzato migliaia di campioni di terreno e acque sotterranee (oltre 180.000 parametri chimici sono stati determinati su campioni di terreno e oltre 3000 su campioni di acque sotterranee);
- implementato e gestito un GIS ambientale, basato su un database contenente tutti i risultati delle indagini geologiche, idrogeologiche e chimiche;
- predisposto i progetti di bonifica preliminari delle matrici ambien-

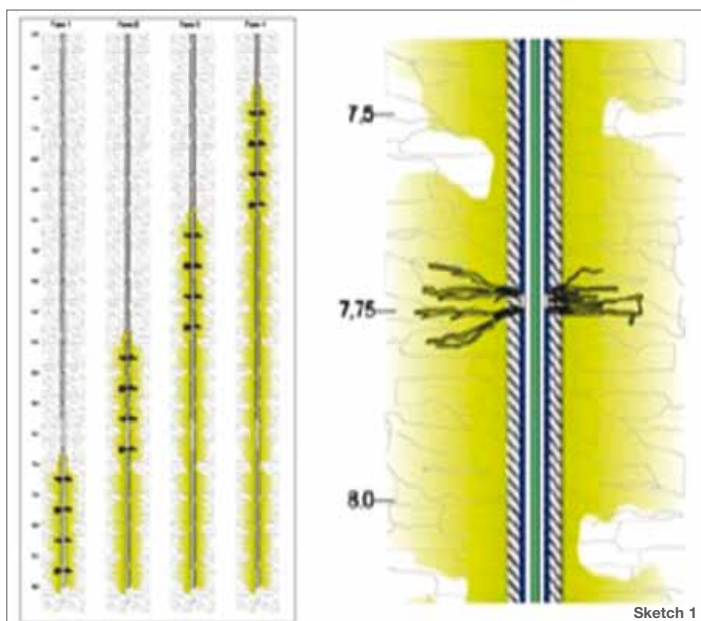
- tali superficiali (suolo insaturo e falda superficiale) e profonda (primo acquifero confinato), ai sensi del previgente D.M. 471/99;
- eseguito, sulla base dei progetti approvati dagli enti competenti, i test pilota di campo e laboratorio, al fine di acquisire i parametri di design necessari alla progettazione definitiva delle tecnologie di bonifica selezionate (bioremediation assistita, estrazione multifase, monitoraggio dell'attenuazione naturale);
- predisposto la revisione dei progetti di bonifica, in accordo alla nuova normativa ambientale intervenuta (D.Lgs 152/06 e s.m.i.), basati su obiettivi risk based;
- provveduto al monitoraggio periodico delle acque sotterranee, in accordo alle prescrizioni degli enti di controllo.

In particolare, il progetto di bonifica del primo acquifero confinato, approvato recentemente dagli enti competenti, prevede il risanamento in situ delle acque di falda, contaminate da idrocarburi aromatici e soprattutto solventi clorurati, Cloruro di Vinile in particolare, attraverso la tecnologia di bioremediation assistita.

Il sistema è basato su un processo di ossigenazione delle acque di falda che possiede le stesse finalità di un classico sistema di Biosparging, ma presenta un differente approccio operativo.

La tecnica di bonifica prevede l'installazione in falda di sorgenti a lento rilascio di ossigeno (prodotti commerciali a base di ossidrosido di calcio - $\text{CaO}(\text{OH})_2$). Spesso, l'ossigeno rappresenta il fattore limitante per la biomassa in grado di degradare aerobicamente le sostanze organiche presenti nel sottosuolo o in falda.

Senza un'adeguata concentrazione di ossigeno disciolto i processi di degradazione possono essere inibiti, oppure rallentati e trasformarsi in un più lento processo di degradazione anossica o anaerobica. L'applicazione del prodotto avviene attraverso il pompaggio in falda di una miscela acquosa del prodotto commerciale attraverso apposite Postazioni di Iniezione Multipla (PIM). Le PIM sono pozzi ciechi in PVC (diam 1½"), cementati esternamente (miscela cemento/bentonite) lungo tutta la colonna, per uno spessore di circa 4-5 cm, ed equipaggiati con valvole di non ritorno, costituite da manicotti in gomma speciale, resistente agli idrocarburi clorurati e non, posizionate a fissati intervalli di profondità (ogni 0,5 m, nel caso specifico).

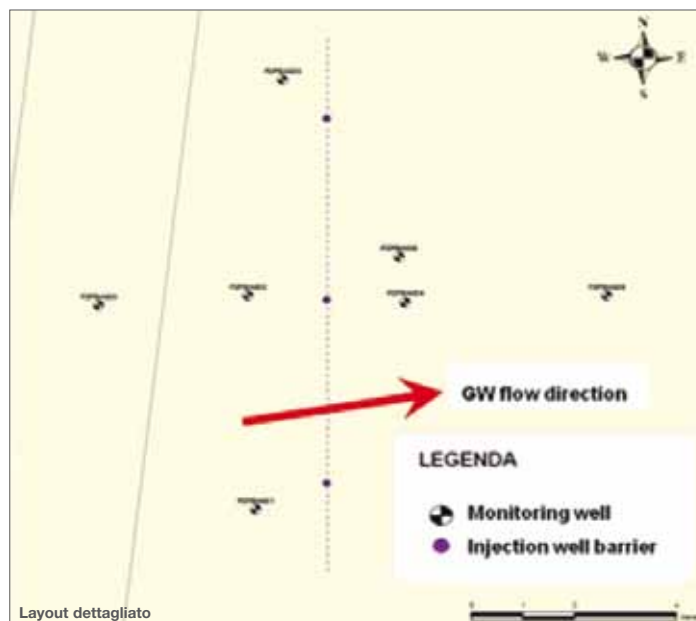


In fase di iniezione, all'interno dei pozzi viene inserita un'asta metallica forata (punta di iniezione), di lunghezza pari a circa 1,5-2 m, dotata di apposite guarnizioni a tenuta alle estremità. L'asta è posizionata dapprima a fondo pozzo e successivamente alzata, in modo di interessare di volta in volta tutta la porzione di acquifero attraversata dal pozzo (vedi sketch 1).

Tale metodologia permette di "spingere" direttamente in falda il prodotto, di distribuire con una certa uniformità la miscela lungo la verticale e di interessare, già durante l'applicazione, una significativa porzione di acquifero nell'intorno del pozzo di iniezione, che costituirà nei mesi successivi la zona di rilascio dell'ossigeno (cfr Peter D. Tacy, 2001 "Vinyl Chloride Attenuation By Direct Injection of Time-Release Magnesium Peroxide"; Greenwald et al., 1999 "Field demonstration of a permeable bioreactive barrier for leachate control"). Il progetto di bonifica prevede la realizzazione di barriere di trattamento (allineamento di pozzi di iniezione) perpendicolari alla direzione di flusso della falda. L'efficacia e l'efficienza del sistema di bonifica sono verificate attraverso appositi piezometri di monitoraggio, opportunamente posizionati a monte e valle idrogeologico delle barriere di trattamento (vedi layout di dettaglio).

Il programma di monitoraggio della bonifica prevede:

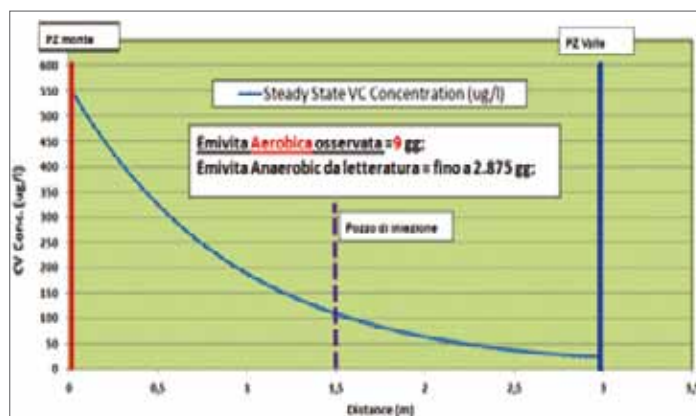
1. baseline (prelievo di campioni di acqua dai piezometri di monitoraggio a monte/valle delle barriere dei pozzi di iniezione da sottoporre ad analisi di laboratorio quali valori di riferimento pre-trattamento);
2. misurazione periodica in campo, in corrispondenza dei piezometri di monitoraggio, di alcuni parametri fisico-chimici, quali temperatura, pH, ossigeno disciolto, potenziale Redox, conducibilità specifica, torbidità, allo scopo di verificare l'esaurimento dell'effetto ossigenante della miscela e stabilire pertanto la necessità di un nuovo ciclo di iniezioni;



3. campionamento e analisi dei medesimi piezometri, per la determinazione dei seguenti parametri: BTEX, Idrocarburi totali, solventi clorurati, etano, etene, metano, Ferro e Manganese, Nitrati, Solfati, BOD e COD, allo scopo di verificare la performance del sistema.

Dopo circa un anno di trattamento si è potuto osservare:

- un raggio d'influenza della miscela contenente i prodotti a lento rilascio di ossigeno, pari a 1,5 - 2 m;
- la sovrassaturazione dell'ossigeno disciolto nei piezometri di monitoraggio a valle delle PIM, dopo oltre 11 mesi dall'iniezione;
- un immediato e duraturo abbattimento delle concentrazioni di ferro e manganese solubile e, di conseguenza, di Ferro e Manganese totale;
- una significativa biodegradazione aerobica del CVM a valle dei pozzi di iniezione (abbattimento del 90 - 95% rispetto alle concentrazioni di baseline)
- un dato di emivita aerobica del Cloruro di Vinile paragonabile a quelli reperibili in letteratura e ordini di grandezza inferiore ai valori tipici di ambiente anaerobico (vedi grafico sottostante).





Impianto per il trattamento di sfiati da serbatoi di stoccaggio

Babcock Wanson Italiana ha progettato e realizzato un impianto in Olanda, con lo scopo di trattare gli sfiati provenienti da serbatoi di stoccaggio di prodotti petrolchimici da raffinazione, fornendo, allo stesso tempo, un recupero energetico ad alta efficienza.

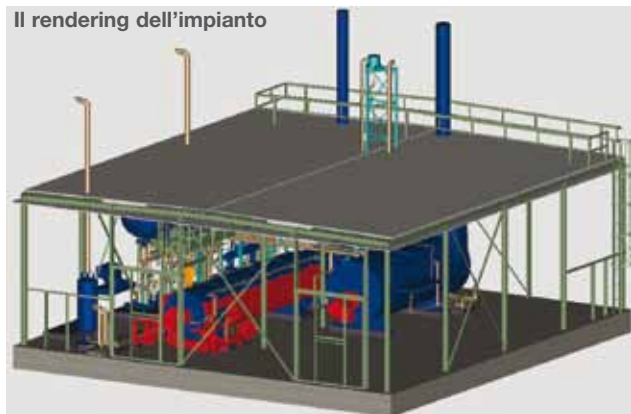
Gli sfiati gassosi sono sostanzialmente costituiti da una miscela di idrocarburi da C_6 a C_9 .

L'obiettivo richiesto dal committente era quello di raggiungere una corretta combustione dei gas esausti, contenendo le emissioni a camino entro i più rigorosi limiti di legge. Per ottenere i risultati imposti dall'Ente Ambientale Olandese la camera di combustione è stata dimensionata per tempo di permanenza di due secondi a 1050°C e dotata di speciali setti per incrementare la turbolenza; contemporaneamente una parte dell'energia di combustione viene convertita in produzione di vapore saturo a media pressione per impieghi tecnologici nell'ambito del polo industriale stesso. Al fine di ottenere i risultati richiesti è stato sviluppato un bruciatore speciale, che ha richiesto una serie di test di validazione preventivi su un'unità pilota nel sito produttivo dell'azienda, a Cavenago Brianza. L'impianto deve gestire sia le emissioni di "breathing" dei serbatoi in condizioni stazionarie, sia, soprattutto, le variazioni di carico organico che si producono durante le fasi di carico e scarico dalle stive delle navi. A questo scopo è stato sviluppato uno specifico sistema di controllo automatizzato e continuo del carico termico in ingresso al sistema.

Il combustore è stato installato in zona sicura, ma tutte le apparecchiature di convogliamento dei gas sono idonee ad operare in zone di categoria 1G secondo le norme ATEX.

L'impianto è installato in Olanda, nell'area portuale di Rotterdam, ed è costituito da un'unità di termo-ossidazione con recupero di calore con produzione di 2,5 t/h di vapore a 10 bar in parallelo ad una caldaia da 8 t/h di vapore a 10 bar specificamente progettata per rispettare gli strettissimi livelli emissivi richiesti in Olanda, in particolare $\text{NO}_x \leq 70 \text{ mg/Nm}^3$ ottenuti grazie a un bruciatore Low Nox e al focolare maggiorato. La centrale termica è già predisposta per l'installazione di una seconda caldaia identica. L'installazione rappresenta per Babcock Wanson Italiana un'importante dimostrazione delle proprie competenze tecnologiche e della propria capacità d'innovare e affrontare le nuove sfide che propone l'odierno mercato industriale. In questo caso, il cliente ha potuto sostituire le inquinanti e obsolete torce di raffineria con un moderno impianto che abbina una combustione pulita al recupero energetico ad alta efficienza.

Il rendering dell'impianto



Dati Tecnici generali:

- Capacità termica massima degli sfiati gassosi da trattare: 2 MWth
- Capacità termica equivalente della quantità di gas naturale usato come combustibile della fiamma pilota: 48 kWth
- Potenzialità termica del bruciatore 800 kWth
- efficienza termica netta 82%
- Produzione di vapore saturo a 10 barg a 184°C , pari a: 2,5 ton/h

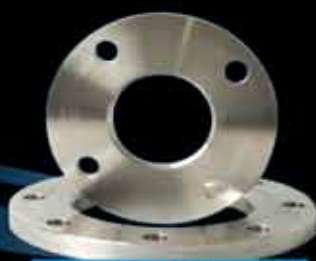
Limiti di emissioni a camino:

- TOC < 10 mg/Nm^3 , riferiti a gas secco e al 11 % O_2
- NO_x < 200 mg/Nm^3 , riferiti a gas secco e al 3 % O_2
- CO < 100 mg/Nm^3 , riferiti a gas secco e al 11 % O_2



*al vertice della raccorderia
di precisione in inox*

GINOX s.r.l.
Via Carmagnola, 48
12030 Caramagna P.te (CN)
ITALY
Tel +39 0172 89168
Fax +39 0172 89724
www.giinox.com
e-mail: info@giinox.com



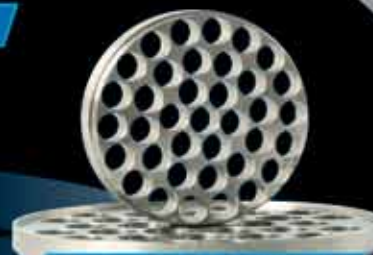
FLANGE



PIEDINI DI APPOGGIO

PRODUZIONE SIA STANDARD
CHE SPECIALE, DI FLANGE (UNI,
ASA, DIN), RACCORDI (GAS, DIN)
REGGITUBO E PIEDINI DI
APPOGGIO IN ACCIAIO INOX
PER L'INDUSTRIA ENOLOGICA
CHIMICA ED ALIMENTARE.

STAINLESS STEEL PRODUCTION
OF STANDARD AND SPECIAL
FLANGES (UNI, ASA, DIN),
FITTINGS (GAS, DIN), CLAMPS
AND MOUNTS, FOR WINE,
CHEMICAL AND FOOD INDUSTRIES.



PARTICOLARI A DISEGNO



REGGITUBO CIRCOLARI
ED ESAGONALI



GAROLLA



DIN



Barking Power Station

Nuovo trasmettitore a misura acustica wireless

Lo strumento fornisce una visibilità istantanea e costante su scarichi di condensa e valvole di sicurezza di importanza critica grazie ad un sistema di monitoraggio wireless

*Il trasmettitore a misura acustica wireless 708 Rosemount è parte della “Smart Energy Initiative” per la quale **Emerson** ha combinato la sua esperienza nel campo dell’energia industriale a tecnologie avanzate per consentire ai suoi clienti di ridurre i costi energetici e le emissioni. Il trasmettitore a misura acustica wireless aiuta gli impianti di processo a ridurre notevolmente le spese energetiche e l’impatto ambientale combinando la misura di temperatura con il monitoraggio acustico per una visibilità senza paragoni degli scarichi di condensa e delle valvole di sicurezza.*



L'impianto di produzione di energia di Barking Power Station a Londra

”Il trasmettitore Emerson a misura acustica wireless aiuta gli impianti di processo a ridurre notevolmente le spese energetiche e l'impatto ambientale ”

La produzione di vapore è una spesa operativa significativa per gli impianti di processo, ma circa il 20 per cento del vapore in uscita dalla caldaia si disperde a causa di scarichi di condensa malfunzionanti. Il trasmettitore a misura acustica wireless 708 Rosemount fornisce misure accurate e visibilità costante sugli scarichi di condensa senza la necessità di ispezioni manuali, con una drastica riduzione dei guasti ed una riduzione dei costi di combustibile del 10-20 per cento l'anno.

Le valvole di sicurezza sono un altro componente critico di un impianto. Il monitoraggio manuale delle emissioni dalle valvole di sicurezza è eseguito periodicamente e non indica quando o perché si è verificata un'emissione, aumentando la probabilità di un incidente di sicurezza, normativo o ambientale.

Il trasmettitore a misura acustica wireless 708 Rosemount fornisce visibilità delle valvole di sicurezza avvisando gli operatori dell'apertura di una valvola in un solo secondo. Gli allarmi, registrati con data ed ora, possono essere confrontati con le condizioni di processo o i rapporti ambientali per identificare la causa dell'emissione, in modo da poter adottare misure preventive per ridurre future emissioni.

Basato sull'esperienza Emerson nelle apparecchiature da campo Smart Wireless, il trasmettitore fornisce agli operatori visibilità istantanea sulla condizione degli scarichi di condensa e delle valvole di sicurezza di importanza critica grazie a un sistema di monitoraggio WirelessHART® non intrusivo.

Questo sistema consente il monitoraggio di tutto l'impianto, comprese posizioni remote e difficili da raggiungere, con un'affidabilità dei dati superiore al 99%.

Gli allarmi in tempo reale identificano le aree che richiedono un intervento, in modo che gli operatori possano prendere la corretta decisione su come agire.

Il trasmettitore a misura acustica wireless 708 Rosemount consente un'implementazione semplice e veloce e richiede una manutenzione minima, sfruttando i vantaggi di apparecchiature, strumenti e conoscenze già presenti nell'impianto di processo. Questo robusto trasmettitore è dotato di una batteria con 10 anni di durata e di una custodia in polimero a sicurezza intrinseca, a prova di intemperie e di prodotti chimici.



Il trasmettitore 708 Rosemount



Il trasmettitore 708 Rosemount identifica la criticità degli scarichi di condensa e delle valvole di sicurezza



Applicazione in Barking Power Station

Barking Power Station è uno dei più grandi impianti di produzione di energia elettrica indipendenti in Gran Bretagna.

Per rimanere competitivi gli impianti di produzione di energia devono continuamente migliorare la disponibilità e l'efficienza – spiega Ian MacDonald, Senior Control Systems Engineer, Barking Power. Per ottenere questo risultato è fondamentale individuare tempestivamente potenziali problemi. La tecnologia wireless offre un metodo economicamente conveniente per raggiungere questo obiettivo.

Per massimizzare la redditività dell'impianto è critico poter ottenere livelli di produzione costanti quando richiesto. È importante gestire asset critici dell'impianto, identificare potenziali problemi e programmare la manutenzione in modo da prevenire fermate impreviste, aumentando l'affidabilità dell'impianto. Un problema particolarmente sentito sono le perdite di vapore causate da guasti delle valvole o degli scarichi di condensa. Singole perdite di grande entità sono normalmente facili da rilevare nel corso delle normali ispezioni, ma perdite di minore entità possono non essere rilevate anche per 2-3 settimane, arrivando a una perdita complessiva di quattro tonnellate l'ora di vapore perso. Per tale motivo è fondamentale identificarle il prima possibile. I trasmettitori a misura acustica online rappresentano la soluzione perfetta. Queste apparecchiature non intrusive utilizzano una tecnologia di "ascolto" acustica, combinata con misure di temperatura per identificare flussi turbolenti generati da scarichi di condensa malfunzionanti o perdite.

La maggiore difficoltà nell'implementazione di queste apparecchiature è rappresentata dal fatto che in un impianto possono essere distribuiti più di 100 scarichi di condensa e un numero ancora maggiore di valvole di controllo. In passato l'aggiunta di apparecchiature richiedeva la presenza di cablaggi per l'alimentazione e la trasmissione dei dati, che nella maggior parte dei casi non era disponibile, mentre l'installazione di una nuova infrastruttura di cavi è difficoltosa, costosa e lunga. La soluzione: i trasmettitori a misura acustica wireless di Emerson.

Per migliorare l'identificazione di scarichi di condensa malfunzionanti e valvole problematiche, abbiamo installato 35 trasmettitori a misura acustica wireless Rosemount® di Emerson.

In caso di malfunzionamento di uno scarico di condensa o di piccola perdita, un'apparecchiatura di misura acustica trasmette variazioni di suono e temperatura che sono configurate per avvisare gli operatori di un potenziale problema. L'impianto ha iniziato immediatamente a sfruttare i vantaggi delle nuove apparecchiature, quando è stata identificata una perdita da uno scarico di condensa del surriscaldatore ad alta pressione che avrebbe comportato un danno economico di £1400 ogni 24 ore di fermo macchine.

Sono stati poi installati altri 15 trasmettitori a misura acustica per monitorare altre aree problematiche, incluse valvole di sfiato che rischiavano di incepparsi durante l'avvio e valvole di sicurezza che non tornavano in sede correttamente. Il monitoraggio manuale praticato in precedenza non solo richiedeva molto più tempo, ma non era in grado di indicare quando o perché si verificava un'emissione, aumentando la probabilità di un incidente di sicurezza, normativo o ambientale. Le nuove apparecchiature wireless consentono un monitoraggio di precisione e avvisano gli operatori in caso di apertura delle valvole anche della durata di un solo secondo. I trasmettitori a misura acustica wireless sono stati installati inoltre per identificare perdite dei tubi delle caldaie. Tali perdite non solo riducono le prestazioni ma comportano uno spreco di grandi quantità di costosa acqua di alimentazione della caldaia, demineralizzata e trattata chimicamente per prevenire la corrosione. I dati sono trasmessi al sistema di controllo Ovation™ Emerson esistente dell'impianto, dove sono tracciate le variazioni tendenziali dei livelli acustici per identificare eventuali variazioni graduali.

È possibile in questo modo programmare le riparazioni durante i normali tempi di fermo macchine, in modo da mantenere la massima disponibilità dell'impianto ed evitare fermate impreviste. La mobilità e la flessibilità delle apparecchiature wireless a batteria ci consente di eseguire prove e spostare le apparecchiature in aree diverse senza dover predisporre cavi temporanei.

Come risultato possiamo individuare tempestivamente problemi e migliorare la risposta ai malfunzionamenti delle attrezzature, consentendo una migliore pianificazione e utilizzo delle risorse di manutenzione. Fondamentale per migliorare le prestazioni del processo è sapere quello che succede ed essere in grado di rispondere rapidamente. Grazie alla possibilità di introdurre misure addizionali, abbiamo tutte le informazioni di cui abbiamo bisogno.

chemical resistant solution

I nostri prodotti
sono installati in

110.000

Aziende industriali

28.000

Centri di ricerca,
Laboratori,
Ospedali

510

Università

in oltre 40 Paesi nel mondo.

Plastifer Srl
Via Industriale, 3
26010 Monte Cremasco
(Cremona) Italia
Tel. +39 0373.791551
Fax +39 0373.792494
www.plastifer.it - info@plastifer.it



POLYFAN
Aspiratori anticorrosione
per laboratori

POLYSINK
Piani e vasche
per laboratori

FILTERBOX
Filtri a carboni attivi
per laboratori

TERFU
Aspirazione localizzata
per laboratori



Rimozione dei bromuri dalle acque di lavaggio

Veolia Water Solutions & Technologies Italia, società del gruppo Veolia, specializzata nella progettazione e costruzione di impianti di evaporazione per un'ampia gamma di applicazioni industriali, ha fornito a una società inglese quattro evaporatori sotto vuoto per il trattamento di acque di scarico provenienti dallo sviluppo di pellicole cinematografiche.

I modelli di evaporatore incorporati nell'impianto di trattamento acque sono tre EVALED™ PC serie E 12000 e un EVALED™ AC serie RW 3000 posizionati all'interno di un edificio, appositamente costruito, dotato di facili accessi per effettuare la manutenzione in maniera semplificata. L'impianto di depurazione permette di scaricare nel Tamigi le acque reflue dopo il trattamento, avendo esse un COD inferiore a 80 ppm e una conducibilità inferiore a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e recuperare parzialmente il sale di bromuro di sodio. Il vantaggio di tale impianto è la notevole riduzione dei costi di smaltimento e il recupero parziale di materia prima che può essere reimmessa nei bagni di sviluppo e riutilizzata nel ciclo produttivo. L'impianto di evaporazione è risultato l'unico sistema efficiente di trattamento di queste particolari acque in quanto impianti a resine ad adsorbimento o a membrana non avevano ottenuto le performance richieste. Gli evaporatori sono connessi in rete con l'impianto produttivo e continuamente monitorati. L'impianto è dotato di tre vasche di accumulo ed equalizzazione e una vasca di emergenza che raccoglie le acque in caso di sovraccarico di bromuri per poi immetterle in piccole dosi

nel processo di trattamento. La suddivisione in tre linee di evaporazione separate garantisce una maggiore flessibilità in quanto le linee di sviluppo delle pellicole cinematografiche non sono sempre in funzione contemporaneamente. A valle degli evaporatori a pompa di calore PC, un concentratore RW dotato di raschiatore trasforma la soluzione liquida di sodio bromuro in un solido cristallino umido.

L'evaporazione sotto vuoto

L'evaporazione è una tecnica basata sulla separazione dell'acqua da una soluzione acquosa mediante suo passaggio in fase vapore e successiva sua ricondensazione.

L'evaporazione produce due correnti: una corrente principale, che di norma è circa il 90% della portata iniziale, definita condensato e costituita essenzialmente da acqua contenente un quantitativo limitato di sostanze inquinanti, privo di metalli pesanti, salinità e solidi sospesi; una seconda corrente, esigua rispetto al quantitativo iniziale, definita concentrato e contenente la maggior parte delle sostanze inquinanti.

” ***Veolia Water Solutions & Technologies (VWS)***
è il ramo tecnologico di Veolia Water, è la società leader
nella fornitura di impianti & build e soluzioni tecnologiche
per il trattamento delle acque ”

L'evaporatore Evaled™ E 12000v3, prodotto da Veolia Italia e utilizzato in questa particolare applicazione, opera col principio della pompa di calore e del vuoto: la pompa di calore fornisce sia le calorie per evaporare il liquido che le frigorifiche per condensarne i vapori; il vuoto (5,3 kPa) permette di abbassare la temperatura di ebollizione a soli 40°C circa. L'ebollizione produce acqua distillata e un concentrato fluido. L'evaporatore a circolazione forzata EVALED™ PC E 12000 ha una capacità di circa 12000 litri di distillato al giorno con acqua di rete e un consumo specifico di energia di 0,15 kW/h per litro di distillato. Le soluzioni sono aspirate nella camera di ebollizione grazie alla depressione creata dal sistema.

Una pompa di ricircolo invia la soluzione dalla camera di ebollizione ad uno scambiatore esterno a fascio tubiero, dove riceve il calore necessario all'ebollizione. La soluzione, attraversando lo scambiatore ad alta velocità, mantiene la superficie di scambio termico pulita riducendo così gli interventi di manutenzione.

Una volta riscaldata, rientra nella camera di ebollizione dove l'acqua cambia il suo stato da liquido a vapore (evaporazione flash). Il vapore acqueo che si sviluppa passa nello scambiatore di calore posto sulla parte alta della camera di ebollizione, dove condensa. Le operazioni di carico della camera di ebollizione e scarico del concentrato avvengono attraverso valvole pneumatiche. Il concentrato dell'E 12000 FF passa successivamente nel secondo evaporatore, un RW 6000 FF, per un'ulteriore concentrazione.

Anche qui, il concentrato è risucchiato nella camera di ebollizione come risultato del vuoto che viene a crearsi. Il fondo della camera è fornito di uno scambiatore di calore a camicia scaldante, mentre all'interno vi è una coclea Archimede raschiante che assicura una buona pulizia della superficie scaldante stessa. L'acqua calda, disponibile nello stabilimento, scorre nello scambiatore di calore determinando l'ebollizione dell'acqua reflua.

Il vapore giunge nello scambiatore di calore dove condensa ricevendo le frigorifiche dall'acqua fredda che scorre nei tubi.

Il sistema sottovuoto opera attraverso un eiettore che sfrutta il principio di Venturi per estrarre il distillato condensato.

L'impianto di evaporazione fornito al nostro cliente può trattare circa 12000 T/anno di acque con bromuro. L'evaporazione, controllata e regolata da PLC, offre i seguenti vantaggi:

- applicabilità a ogni settore industriale;
- riduzione di costi e volumi di smaltimento;
- scarico delle acque trattate nel rispetto delle normative ambientali;
- recupero di materiale;
- bassi costi di manutenzione ed elevata affidabilità;
- nessuna emissione in atmosfera;
- totale automazione per lavorare 24 ore su 24, sette giorni su sette.

Gli evaporatori EVALED™ sono inoltre disponibili per noleggi di

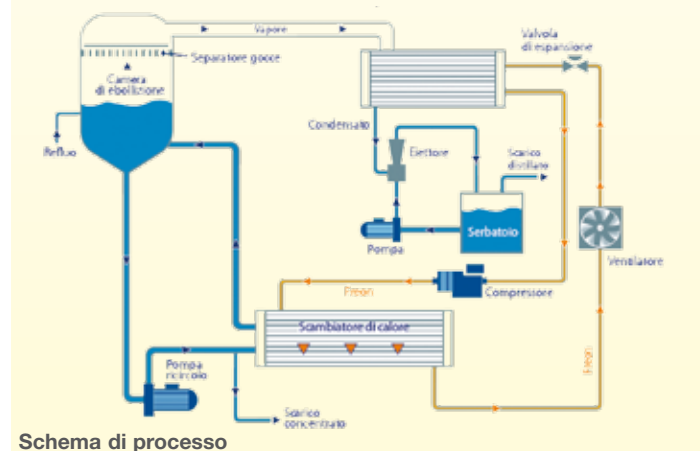
breve, medio e lungo periodo allo scopo di fronteggiare emergenze legate a guasti dell'impianto, manutenzione straordinaria, picchi di produzione eccetera, o a manutenzione programmata. Le unità sono modulari e trasportabili, in base alle necessità del cliente.



Evaporazione sotto vuoto



Evaled™ PC Serie E12000



Schema di processo



La fluorite acida



Applicazione delle pompe Qdos nello stabilimento Fluorspar LTD

Nuova peristaltica senza valvole Qdos

Il gruppo **Watson-Marlow** ha fornito ben ventuno pompe volumetriche autoadescanti a British Fluorspar LTD, che costituisce l'unica azienda produttrice di fluorite in tutto il Regno Unito. I prodotti Watson-Marlow, tra cui spiccano dodici unità della nuova dosatrice senza valvole Qdos, sono stati impiegati per l'operazione di galleggiamento, compito di vitale importanza per lo stabilimento British Fluorspar LTD. La miniera che ha riaperto i battenti nel maggio dello scorso anno, dopo essere stata chiusa per circa diciotto mesi, con l'aiuto dell'innovativa tecnologia Watson-Marlow, raggiunge oggi una capacità produttiva di 60.000 tonnellate di fluorite ogni anno.



Il modello Qdos

La fluorite acida è un minerale piuttosto raro in natura. Le sole riserve presenti nel territorio inglese di questo importante minerale sono situate nel giacimento di Southern Pennine, all'interno del parco nazionale del distretto di Peak. L'estrazione del minerale può avvenire in diverse maniere: a cielo aperto, spesso a profondità considerevoli, oppure sotto terra. A seguito dell'acquisizione da parte del gruppo italiano Fluorsid avvenuta l'anno precedente, British Fluorspar LTD marcia ora a pieno regime, con quarantacinque persone impiegate nello stabilimento, che sono state distribuite su due turni di lavoro. Attualmente l'azienda comprende una miniera sotterranea a Milldam Mine, un sito a cielo aperto a Tersall Quarry e un impianto di processazione a Cavendish Mill.

L'introduzione delle pompe Watson-Marlow - Dopo la riapertura del sito nel maggio dello scorso anno, British Fluorspar LTD aveva bisogno di nuove pompe con il meglio della tecnologia del ventunesimo secolo: dispositivi efficienti, affidabili, precisi, facili da pulire e da mantenere e soprattutto user-friendly.

L'azienda si è avvalsa di un consulente esterno, che ha trovato la risposta alle necessità dell'azienda nelle pompe peristaltiche.

” *Un contributo decisivo al recupero di un raro minerale industriale* ”

“Conoscevamo i principi del pompaggio peristaltico ma, onestamente, non abbiamo mai avuto la copertura finanziaria per operare il cambiamento”, ha affermato il consulente esterno Large. “In ogni caso, con i nuovi investimenti siamo stati in grado di analizzare il mercato e presto abbiamo realizzato che Watson-Marlow era la scelta giusta”. Dopo un’attenta e scrupolosa analisi del caso British Fluorspar LTD, Watson-Marlow ha suggerito ai propri partner di introdurre dodici pompe Qdos30 Universal, con portate da 0.1 a 500ml al minuto a 7 bar, otto pompe 520UN/REL, con portate fino a 3550ml/min, e una pompa 620UN/RE, con portate da 0.004 a 18l/min. che è stata impiegata al fine di controllare che il dosaggio fosse in linea con le fluttuazioni del PH. Tutte le pompe sono in grado di offrire protezione IP66/NEMA 4X. Tutto questo supera di molto l’equipaggiamento impiegato prima della riapertura del sito, che era costituito semplicemente da un secchio e da un alimentatore a ruota incostante e impreciso. L’enfasi posta sulla gamma Qdos330 Universal riflette un design specific per il dosaggio chimico. Queste pompe presentano elevate prestazioni e dosano le sostanze chimiche con accuratezza e senza necessità di valvole oppure di altri strumenti, abbattendo in questo modo i costi,

per offrire un prodotto più economico di qualsiasi pompa a solenoidi o a diaframma con motore stepper.

Nuove idee per “restare a galla” - Attualmente tutte e ventuno le pompe Watson-Marlow sono state integrate con successo nel processo di galleggiamento di British Fluorspar LTD. I reagenti vengono pompate dalle vasche di mescolamento fino al serbatoio principale, dove seguono le tubazioni verso la fase di galleggiamento. I reagenti chimici trasferiti dai prodotti Watson-Marlow includono il metil isobutil carbinolo, lo xantato isopropile di sodio, il carbonato di sodio, il solfato di sodio, la soda caustica e il silicato di sodio. Complessivamente, British Fluorspar LTD ha oggi una capacità produttiva di ben 60.000 tonnellate di fluorite ogni anno, estratta a partire da 300.000 tonnellate di materiale grezzo. Come prodotto derivato, il calcare viene separato dal prodotto principale e rivenduto a parte. “Abbiamo impiegato i prodotti Watson-Marlow per la prima volta nel 2013 e siamo rimasti piacevolmente colpiti dalla loro performance”, ha concluso il consulente Large. “Finalmente abbiamo un equipaggiamento adatto per il nostro business. Devo aggiungere che il servizio di assistenza e consulenza Watson-Marlow è stato impeccabile”.

Mai più pompe a diaframma!

qdos³⁰
Peristaltic Metering

- Costi ridotti di manutenzione, niente valvole significa niente blocchi da gas
- Abbatte i costi : dosaggio preciso e lineare in ogni condizione
- Riduce i costi di installazione : nessuno smorzatore di pulsazioni, nessun filtro o valvola, prezzo competitivo

50 anni di innovazione

ReNu TECHNOLOGY
REVOLUTIONARY
PERISTALTIC
PUMPHEAD

ReNu : sigillata a vita, si cambia in un minuto.



NEW
FROM WATSON-MARLOW

qdospumps.com
wmpg.it 030 6871184

**WATSON
MARLOW**
Watson-Marlow Pump Group



Prodotti sicuri e affidabili

Attraverso oltre quarantacinque anni di esperienza e cospicui investimenti nello sviluppo, **Plastifer** è in grado di offrire una gamma completa di prodotti di alta qualità, che le consente di essere tra le imprese leader a livello mondiale.

GAMMA POLYFAN - La gamma include aspiratori centrifughi realizzati in polipropilene stampato a iniezione, interamente costruiti con materiale antiacido per estrazione di fumi corrosivi, normalmente usati nei laboratori, cappe di aspirazione, impianti chimici, impianti farmaceutici e impianti di galvanica. Polyfan include anche aspiratori realizzati in polipropilene antistatico elettroconducibile antiscintilla per installazioni in aree pericolose, serie VS/ATEX conforme alla Direttiva 94/9/CE (ATEX95), estrattori centrifughi a torinese, scrubber e una vasta gamma di accessori per realizzare impianti completi. Sono aspiratori centrifughi professionali anticorrosione realizzati in polipropilene stampato a iniezione, interamente costruiti con materiale antiacido per estrazione di fumi corrosivi. Aspiratori particolarmente impiegati dove si richiede resistenza agli agenti chimici, silenziosità e risparmio energetico. In particolare, la tecnologia di costruzione impiegata consente una perfetta uniformità di spessore sia per la carcassa sia per la ventola. Questo assicura una maggiore resistenza meccanica, superfici più lisce e la mancanza di punti critici invece inevitabili con gli altri sistemi di realizzazione come la termoformatura e lo stampaggio rotazionale. Lo stampaggio a iniezione della ventola ne assicura una perfetta bilanciatura, silenziosità e resistenza, garanzia di qualità e lungo funzionamento. Il ventilatore è completamente anticorrosivo e non ha parti metalliche che possono entrare in contatto con i fluidi corrosivi. Il materiale utilizzato – il polipropilene – assicura un'eccellente resistenza agli agenti corrosivi e un'ottima resistenza meccanica. Speciali guarnizioni in materiale anticorrosivo presenti sul ventilatore sono una garanzia contro il rischio di fuoriuscita di gas nocivi. Ogni componente è realizzato attraverso lo stampaggio a iniezione e ogni dettaglio è stato studiato per assicurare un perfetto assemblaggio e una vita duratura della macchina.



VSB 42



VSBL 42



FILTRI A CARBONI ATTIVI ANTICORROSIONE FILTERBOX

– I filtri a carboni attivi FilterBox sono la risposta Plastifer al problema della filtrazione dell'aria. Il controllo delle emissioni in atmosfera interessa sia l'aspetto ecologico, sia il comfort negli ambienti di lavoro. Il rispetto dell'ambiente, le direttive CEE, il benessere delle persone che operano all'interno di laboratori, impongono l'impiego di sistemi atti a trattenere gli acidi o i solventi presenti nelle emissioni derivanti da lavorazioni chimiche ottenendo un'azione di purificazione dell'aria. Questi filtri presentano elevate capacità adsorbenti, grazie a lastre studiate per la filtrazione dei fumi nei laboratori, costituite interamente da carbone attivo e ottima efficienza aeraulica,

Completamente anti-corrosione e realizzati in PVC resistente agli agenti chimici in tutti i componenti, sono dotati di un prefiltro ad alta efficienza, che protegge il carbone attivo dalla polvere aumentandone il rendimento e la durata, completo di telaio anticorrosione stampato a iniezione che ne facilita la sostituzione.

Inoltre i filtri Filterbox consentono rapidità e facilità d'installazione e sicurezza nella manutenzione, grazie a lastre compatte opportunamente pensate per evitare il pericolo di respirare polveri nocive durante la loro sostituzione.

In virtù di un consolidato rapporto di partnership con il leader mondiale nella produzione di carbone attivo Plastifer ha testato e selezionato fra oltre 150 tipologie di carbone attivo, la più adatta per le esigenze di adsorbimento dei fumi di laboratorio. Le lastre Plastifer sono ad alta efficacia, realizzate con carboni attivi ad alta efficienza, in virtù di una distribuzione dei pori che garantisce l'adsorbimento dei composti.

Le lastre a carbone attivo Plastifer Normal e Plastifer RBAA sono un prodotto realizzato in esclusiva per Plastifer. Plastifer consiglia l'installazione di FilterBox in abbinamento alla serie d'aspiratori Polyfan.

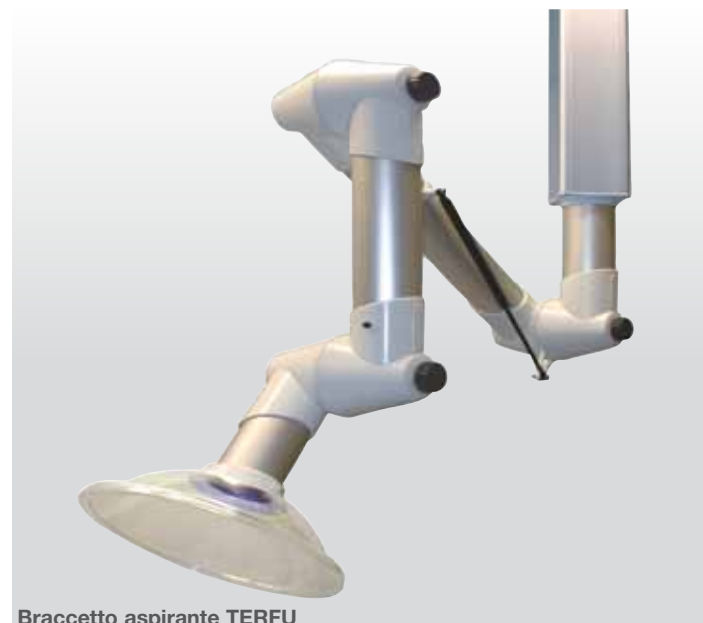
NUOVI BRACCI ASPIRANTI A SNODI PER INDUSTRIA E LABORATORI

TERFU – TERFU è una gamma di braccetti aspiranti per aspirazione localizzata progettata per l'uso in postazioni di lavoro in cui è richiesto un alto grado di mobilità, come ad esempio nei laboratori, nelle industrie chimiche, farmaceutiche ed elettroniche.

Il posizionamento viene eseguito in modo pratico e funzionale mediante snodi a frizione muniti di cuscinetti a sfera. Con i suoi snodi regolabili, la rotazione di 360°, il suo attacco e le sue molle di supporto, ogni braccetto aspirante TERFU è facile da manovrare e nello stesso tempo stabile nel posizionamento. Tutte le necessarie regolazioni degli snodi vengono effettuate con una sola mano. I tubi lisci in alluminio e gli snodi facilmente smontabili agevolano la pulizia interna del canale di aspirazione. In caso di necessità l'aspiratore può essere integralmente smontato con facilità. TERFU è fornito con snodi di color bianco e tubi in alluminio anodizzato, nelle versioni per montaggio a parete, a soffitto e a banco. Inoltre TERFU è completo di serranda ermetica per la regolazione manuale della portata. Nelle dimensioni Ø 75 mm la gamma TERFU è disponibile con tubi in Polipropilene riciclabile (PP) di colore bianco. In questa versione, tutti i componenti metallici a contatto con il flusso d'aria sono realizzati in Acciaio Inossidabile. La gamma TERFU è inoltre disponibile nella versione Certificata ATEX.



Filterbox 6 Plates



Braccetto aspirante TERFU

Misura e regolazione del pH

CLR ha realizzato un'importante applicazione presso un'azienda che esegue la depurazione delle acque reflue da processi galvanici, trattamenti superficiali dei metalli, processi di verniciatura e di stampaggio con inchiostro.

A cura di Lidia Gilardoni, CLR Srl



La gamma produttiva CLR



Soffiatura elettrodo pH

mantenendolo così pulito. La sonda garantisce misure e regolazioni di pH e Redox precise e affidabili per lunghi periodi.

Le scarse operazioni di manutenzione richiedono pulizia periodica dell'elettrodo di misura (intervalli da definire in base all'esperienza, una o due volte alla settimana); verifica periodica della taratura (una volta al mese); rabbocco elettrolita nel corpo sonda quando necessario (controllo visivo). La taratura di questi analizzatori di pH si esegue semplicemente tramite due soluzioni tampone standard (di solito pH 7 e pH 4). Il cliente ha stipulato con CLR un contratto di manutenzione periodica che prevede un intervento di pulizia, rinnovo dell'elettrolita e taratura della catena di misura ogni 3 mesi. In questo modo sono stati ottenuti risultati eccellenti in termini di precisione e affidabilità della misura nel tempo.

Le acque reflue industriali che l'azienda tratta provengono principalmente da processi galvanici, lavorazioni superficiali di metalli, processi di verniciatura, processi di stampaggio con inchiostro, abbattimento fumi. In questi scarichi sono presenti:

- acque alcaline (ad esempio provenienti dai lavaggi successivi alla sgrassatura ed alle elettrodeposizioni con bagno alcalino), che possono contenere vari inquinanti tra i quali cianuri, fosfati, Cu^{++} , Zn^{++} , Cd^{++} ;
- acque acide (ad esempio provenienti dai lavaggi successivi ai processi di decapaggio, passivazione anodica, elettrodeposizione), che possono contenere metalli vari ed eventualmente acido fluoridrico;
- acque cromatiche: derivanti dai lavaggi successivi alla cromatura. Contengono acido cromico $-\text{Cr(VI)}-$;
- acque a elevato contenuto di nichel (che vengono trattate per recuperare il nichel metallico).

CLR ha installato presso l'azienda due tipi di sensori in grado di garantire per lunghi periodi precisione e affidabilità della misura e quindi del sistema di regolazione. Negli stadi del trattamento meno problematici (ad esempio per la misura e la regolazione del pH nello stadio di neutralizzazione finale prima dello scarico) sono state installate normali sonde pH a immersione, con elettrodi a riserva di elettrolita, mentre negli stadi di trattamento più critici per la vita del sensore si è optato per sonde per pH con elettrodi separati e corpo a riempimento totale di elettrolita, per un totale di 10 catene di misura. La misura del pH nel processo di neutralizzazione risulta particolarmente critica per due motivi: la calce è un prodotto molto incrostante e causa nel processo presenza di solidi sospesi abrasivi; inoltre l'eventuale presenza di acido fluoridrico corrode il vetro, perciò non consente l'impiego di elettrodi pH tradizionali con membrana a vetro.

Critica è anche la misura del pH e del potenziale Redox nei trattamenti di ossidoriduzione sulle acque contenenti cromati e cianuri e sulle acque trattate per il recupero del nichel perché tutte queste soluzioni sono altamente inquinanti per l'elettrodo di riferimento, che in breve tempo viene reso inutilizzabile.

Il risultato è che in breve tempo la misura non è più accurata e l'elettrodo deve essere sostituito. La soluzione proposta da CLR è una sonda pH o Redox a immersione con elettrodi separati e corpo a riempimento totale di elettrolita. In queste sonde l'elettrodo di riferimento (particolarmente resistente all'inquinamento) è posizionato all'interno del corpo sonda ed è protetto da un ponte salino di grande volume che svolge la duplice funzione di barriera tra l'inquinante e il riferimento e battente idraulico sul setto poroso



Sistemi per il monitoraggio in continuo delle emissioni

La legislazione vigente in materia di controllo delle emissioni impone alle aziende il rispetto di normative sempre più severe per prevenire e ridurre l'inquinamento atmosferico e tutelare l'ambiente. Conformare gli impianti a tali normative non è solo un adempimento legislativo, ma una scelta responsabile.



Famiglia di prodotti ABB per l'analisi in continuo dei gas

ABB è leader nelle tecnologie di analisi ed è in grado di proporre soluzioni più avanzate per ogni tipo di industria e applicazione. I sistemi proposti per il monitoraggio delle emissioni (AMS) sono concepiti per aiutare i clienti a operare in sicurezza e nel pieno rispetto delle normative nazionali ed internazionali in materia di tutela ambientale. Abb propone due sistemi di analisi, ACX e ACF, da scegliere in base al numero di inquinanti da monitorare.

ACX – è un sistema di analisi continuo dei gas di tipo estrattivo che utilizza gli analizzatori serie AO2000, per misurare O₂, CO₂, NO, NO₂, SO₂, TOC; NH₃ e H₂O e comprende i seguenti moduli: Magnos 206 paramagnetico per la misura di ossigeno, Uras 26 per i componenti misurabili nell'infrarosso con il convertitore catalitico SCKK per la determinazione degli NO_x; Limas 11, fotometro UV per la misurazione di NO₃, NO₂ e SO₂ in basse concentrazioni; MultiFID 14 a ionizzazione di fiamma per la misura degli idrocarburi totali TOC e Laser LS25 per la misura di NH₃ e H₂O. I fotometri Uras 26 e Limas11 UV, grazie alle innovative celledette di auto calibrazione, permettono una calibrazione semplificata, senza ricorso a bombole di gas di taratura. Soluzioni personalizzate possono essere realizzate anche con gli analizzatori modulari della serie EL3000 che, come la serie AO2000, sono disponibili anche per impiego in zona 1-2.

ACF – è un sistema di analisi continuo dei gas di tipo estrattivo idoneo per il monitoraggio delle emissioni, basato sullo spettrometro FTIR

2000 FTIR, mentre la misura dell'ossigeno è realizzata con un sensore all'ossido di zirconio e la misura di TOC con un modulo a ionizzazione di fiamma (FID). I tre principi di misura a caldo consentono di non usare refrigeratori e l'aspirazione del gas campione è realizzata con un sofisticato gruppo eiettore. Il sistema misura i seguenti componenti: O₂, HCl, CO, NO e SO₂, NH₃, H₂O, CO₂, HF, N₂O, NO₂, TOC, H₂CO e CH₃OH. ACF è la soluzione più referenziata e affidabile, che posiziona ancora una volta ABB al primo posto. L'impiego dell'analizzatore ACF non è limitato al monitoraggio delle emissioni. Infatti, grazie a una camera di misura riscaldata e con percorso ottico a multiriflessione di 3,2 m, il sistema rappresenta anche la soluzione standard per il controllo dei fumi grezzi e il dosaggio dei reagenti dei sistemi di depurazione fumi degli impianti di termovalorizzazione.

Fornitura completa e assistenza tecnica – La fornitura del sistema di monitoraggio delle emissioni può essere completata con misuratori di temperatura, pressione, portata, polvere, analizzatori di mercurio, campionatori di diossine e sistemi di acquisizione, elaborazione e supervisione di dati, in piena conformità con la legislazione vigente. Accanto a soluzioni tecnologicamente innovative, ABB offre anche efficaci servizi di assistenza post vendita. Il service ABB Analytical Measurement è composta da circa 30 tecnici di Field Service, personale ABB qualificato e costantemente formato e aggiornato. Tutto il personale ha competenze specialistiche sugli strumenti e sui processi a loro correlati al fine di garantire le massime performance e supporto sino all'accettazione dell'impianto. Inoltre, rigide procedure di qualità per i collaudi interni FAT ed esterni SAT definiscono l'elenco e la tipologia delle prove, i criteri di accettazione e le modalità per fornire evidenza dei risultati dei test al fine della garanzia di performance del sistema di analisi: questa è l'Assistenza Certificata di ABB. Là dove si rende necessario realizzare o adeguare gli impianti di controllo delle emissioni, la scelta del partner e quella del sistema di monitoraggio vanno di pari passo: ABB si propone come partner ideale, in grado di offrire oggi soluzioni che soddisfano pienamente i requisiti richiesti dalla normativa vigente e di affrontare le più impegnative e pressanti richieste di domani.

www.abb.it/measurement

L'attuatore con convertitore di frequenza integrale

La SIPOS AKTORIK, Società del Gruppo **AUMA**, ha recentemente introdotto sul mercato mondiale la nuova linea innovativa di attuatori elettrici HiMod, espressamente progettati e realizzati per gli impianti di produzione di energia e di pubblica utilità, per la regolazione continua di valvole e organi finali di controllo.



I nuovi attuatori, derivati dalla consolidata serie PROFITRON FLASH 5, sono sviluppati per rispondere più direttamente alle moderne e crescenti esigenze nell'automazione dell'industria di processo e interagiscono in modo ottimale con i più evoluti sistemi di controllo e supervisione (PLC, DCS, SCADA). Gli attuatori SIPOS HiMod, caratterizzati da uno speciale convertitore di frequenza integrale, sono i primi in grado di azionare qualsiasi tipo di valvola di controllo.

Questo rivoluzionario componente, abbinato a un encoder assoluto, permette loro di rispondere ai requisiti specificati dalla Classe D (regolazione continua) della recente norma UNI EN 15714-2:2009. Questa norma è la sola, in campo internazionale, a stabilire i requisiti degli attuatori elettrici per valvole industriali e sostituisce di fatto – per quanto riguarda le definizioni delle classi di servizio – quelle finora indicate nella CEI EN 60034-1:2011 che si applicano alle macchine elettriche rotanti, non coperte da altre specifiche normative.

La Classe D (attuatori per la regolazione continua) dell'UNI EN 15714-2 sostituisce, a tutti gli effetti, la definizione "S9". Gli attuatori SIPOS HiMod sono alimentabili con tensione monofase o trifase e offrono un'ampia gamma di velocità programmabili e adattabili, in qualsiasi momento, alle differenti esigenze degli utilizzatori. La logica a microprocessori e le funzioni software implementate permettono all'attuatore di operare in modalità "soft start-stop", a garanzia di precisi posizionamenti e in totale assenza di pendolamenti: un vantaggio esclusivo sia per la regolazione sia per la vita del motore e di tutti gli organi in movimento e di tenuta delle valvole stesse.

CARATTERISTICHE TECNICHE:

- curve coppia e tempi di manovra configurabili, con rampe caratterizzabili;
- elevate affidabilità e robustezza a garanzia estesa;
- taratura semplice e non intrusiva, senza necessità di dispositivi ausiliari;
- ampie funzioni S/W, con particolare interfaccia Uomo-macchina (HMI);
- posizionatore adattativo e regolatore PID integrale;
- semplicità e modularità costruttiva con una elevata riduzione – pari a circa 4 volte – dei componenti utilizzati negli attuatori elettromeccanici;
- ampia scelta di I/O, sia binari sia analogici, per un completo scambio di dati con i sistemi di controllo e supervisione;
- i segnali di Apertura- Arresto-Chiusura e ESD possono essere configurati per operare con tempi diversi e indipendenti, nelle due direzioni di marcia;
- schede, singole o ridondate, per bus di campo (Modbus® o Profibus®);
- protocollo Hart®;
- comunicazione locale RS 232 o Bluetooth®, per le operazioni di download e di upload;
- cambi di velocità realizzabili anche da DCS o PLC, via 4-20 mA oppure via bus.



Attuatore SIPOS HiMod



Batteri ad alta efficienza

Con l'obiettivo di aumentare l'efficienza del processo nel suo complesso, da sempre **Schmack Biogas** sviluppa con soluzioni innovative gli impianti e le loro componenti. Negli ultimi anni, parallelamente, l'azienda ha investito in ricerca nell'ambito dei processi biologici.

I microbiologi di Schmack Biogas sono riusciti a isolare dei ceppi batterici altamente efficienti, che sono stati brevettati, in grado di ottimizzare il processo di digestione anaerobica. La straordinaria scoperta di laboratorio si è tradotta nella commercializzazione dei METHANOS®. Più precisamente, i METHANOS® sono una miscela di due differenti ceppi batterici naturalmente presenti nel liquame e negli impianti a biogas. Un aumento nei fermentatori della concentrazione di questi batteri permette di ottimizzare il processo biologico, migliorando notevolmente il grado di abbattimento della sostanza organica e aumentando quindi il potenziale in biogas delle biomasse. Sarà sufficiente mantenere costante il rappor-

to, attraverso il periodico inserimento di piccoli quantitativi di METHANOS® nei fermentatori, per mantenere elevate le prestazioni. L'uso dei METHANOS® è dunque indicato per chi abbia necessità di diminuire il quantitativo di biomasse utilizzate: consentono infatti di estrarre più energia dalle biomasse, consentendo un risparmio di materia prima a parità di potenza. Sono inoltre adatti anche a chi voglia ottimizzare la dimensione delle vasche: aumentano il grado di abbattimento della sostanza organica, che si trasforma in energia, consentendo così di aumentare la potenza in modo significativo. Infine, si rivolgono anche a chi desideri aumentare la potenza installata senza aggiungere ulteriori vasche.

EUCOmpact. Il rivoluzionario impianto compatto



Dall'esperienza Schmack nasce EUCOmpact, il rivoluzionario sistema di impianto biogas completamente containerizzato. Grazie alla sua flessibilità, si adatta alle specifiche esigenze di ogni azienda, non soltanto per quel che riguarda le superfici disponibili, ma anche per le biomasse a disposizione.

I vantaggi in breve:

- Installazione semplice e avviamento rapido: è interamente allestito in fabbrica, testato in ogni sua componente e fornito già pronto per entrare in funzione
- Ridotta necessità di superficie
- Alimentazione flessibile
- Alta redditività e bassi costi di investimento e di alimentazione

Schmack. Professionisti del biogas.

Schmack Biogas Srl
via Galileo Galilei 2/E
39100 Bolzano
Tel.: 0471/1955000
Fax: 0471/1955010
www.schmack-biogas.it

Schmack 
VIESSMANN Group

Water purification & treatment



Progetto Kazakhstan

Per versioni tropicalizzate, antideflagranti, per usi militari o conformi alle IP66, l'azienda è in grado di realizzare unità di trattamento a elevate prestazioni industriali rispondenti ai più restrittivi standard (ATEX, NORSOK, API, GHOST).

Per il settore Oil&Gas, molte sono le unità realizzate funzionanti su piattaforme off-shore di perforazione e di FPSO. Tra gli utilizzatori più noti: Eni, Exxon Mobil, Hyundai e Shell.

Membrane offre servizi ingegneristici di base e di dettaglio con P&I ai layout di dettaglio e isometrici, a disegni 3D, che consentono di visualizzare tutti i vari posizionamenti. Inoltre, effettua la supervisione e l'avviamento degli impianti sul luogo di installazione o la consulenza tecnica per impianti già esistenti, studi Hazop e rapporti di fattibilità dettagliati. Per la simulazione dei processi, vengono utilizzati software standard di alto profilo (come SAP) e proprietari sviluppati anche internamente, che individuano le condizioni operative al minor costo e a prestazioni ottimali.

Gli uffici milanesi di Membrane sono attrezzati con server che continuamente rilevano i parametri delle unità installate nelle varie zone del modo e rendono disponibile il supporto necessario direttamente

Membrane ha sviluppato diverse tecnologie proprietarie brevettate per il trattamento di fluidi (acqua, aria, olii, farmaceutici, chemicals eccetera). Tra le tecnologie su cui la società ha consolidato il proprio know-how e sulla cui base realizza sistemi completi e package vi sono l'osmosi inversa, la nanofiltrazione, l'ultrafiltrazione, la microfiltrazione, l'elettrodeionizzazione, il trattamento degli scarichi, i bioreattori a membrana, la filtrazione, la rimozione dei solfati, la concentrazione, la separazione di oli.

agli operatori PLC e può comunicare in modalità audiovideo in tempo reale direttamente dall'impianto alla sede, per mezzo di telecamere IP posizionate a bordo macchina.

Per esempio, nel progetto Kashaghan, a Membrane è stata data la responsabilità di progettare e realizzare tutti gli impianti di trattamento acque dell'isola, con 2+2 unità di dissalazione e di trattamento delle risultanti acque reflue. La fase di precommissioning degli impianti è ormai avvenuta. Membrane sta completando l'installazione dei vari package spediti già via nave da Ravenna passando dal Bosforo e dal Mar Nero. Su quest'isola lavoreranno circa 200 persone.

L'impianto è tecnologicamente d'avanguardia, in quanto il Governo kazako ha chiesto espressamente di eliminare qualsiasi tipo di scarico, compresa l'acqua di mare concentrata. I nostri impianti minimizzano e raccolgono sia il concentrato dall'osmosi inversa sia i reflui dell'uso civile o da lavorazioni particolari ed possono effettuare un'ulteriore fase di concentrazione.

Nella progettazione dell'intero sistema, bisogna tener conto delle criticità elevate soprattutto per gli operatori, con temperature operative da -40 a +40°C. Siccome l'acqua del Mar Caspio ha un elevato contenuto di solidi sospesi, si è reso necessario un pre-trattamento mediante microfiltrazione ad alta resistenza al fouling, prima di alimentare la sezione a osmosi inversa che sfrutta membrane di ultima generazione. Le due unità di dissalazione e trattamento reflui sono alloggiare in 7 container, ognuno coibentato e tracciato con cavi scaldanti. La capacità è di circa 50 m3/giorno, ma le criticità impongono ridondanze (elettrostrumentali, di isolamento termico, e addirittura ridondanze al 100% degli stessi impianti forniti) su ogni parte dell'installazione. Infatti, Eni ha imposto di realizzare per ogni trattamento un impianto in esercizio e un secondo impianto gemello in standby, pronto a entrare in funzione in qualsiasi momento. All'interno di ogni container viene stoccata sia l'acqua da trattare sia quella prodotta e pompe; gruppi autoclave ne effettuano rilancio e il riscaldamento.





La formula perfetta per il trattamento delle acque reflue

Il consumo di energia nella fase biologica è uno dei principali fattori di costo negli impianti di trattamento delle acque reflue. Ciò è dovuto principalmente alle soffianti d'ossigeno nel processo di aerazione. L'ottimizzazione di questo processo offre un enorme potenziale di risparmio energetico e di costi.



Liquicontrol



Controllo di aerazione più efficiente - Le soffianti di ossigeno sono spesso gestite in base al tempo o utilizzando solo una semplice forma di controllo dell'ossigeno. Pertanto spesso funzionano più a lungo del necessario con conseguente spreco di energia. **Endress+Hauser** offre una soluzione per il controllo dinamico delle soffianti, in funzione del carico effettivo: Liquicontrol. Esso ottimizza i tempi operativi per i processi di nitrificazione e denitrificazione, riducendo al minimo il consumo energetico e i costi operativi. Inoltre, Liquicontrol assicura valori di uscita precisi e affidabili in ogni momento. L'ottimizzazione dei tempi di aerazione nella fase biologica consente di risparmiare energia e ridurre i costi.

Facile integrazione in impianti esistenti - Come sistema modulare e scalabile, Liquicontrol può essere utilizzato anche per l'eliminazione del fosfato. Le pompe dosatrici dei precipitanti vengono controllate in base al carico effettivo, offrendo significativi risparmi del costo dei precipitanti. Basata su un PLC e interfacce di segnale individuali, la nostra soluzione è disponibile in versione stand-alone o come una configurazione master-slave per impianti più grandi con più bacini di aerazione. Questo permette una semplice integrazione nel sistema di controllo di processo esistente e l'installazione di nuova strumentazione. Inoltre, la possibilità di accesso remoto consente un monitoraggio di processo flessibile ed efficace. Il personale dell'impianto ha il pieno controllo del processo di aerazione in ogni momento.

Affidabilità e controllo di processo - Grazie alla misura continua e alla validazione del segnale, Liquicontrol garantisce un funzionamento stabile e uno scarico dell'impianto entro i termini di legge. Nel caso di un valore misurato anomalo o di un funzionamento poco sicuro di una soffiante, il sistema commuta il loop di controllo a una condizione di fail-safe, impostabile dal gestore, e invia messaggi di errore o di avvertimento. Le impostazioni di funzionamento dell'impianto originali possono essere ripristinate in qualsiasi momento tramite il selettore. Con Liquicontrol, il personale della centrale può passare tra la modalità automatica (intermittente o continua) e la modalità manuale in qualsiasi momento, garantendo massimo controllo in ogni momento.

Ottimizzazione del trattamento biologico - Liquicontrol assicura:

- efficienza: controllo dinamico dell'hardware della soffiante e delle pompe dosatrici dei precipitanti in conformità con il carico effettivo;
- affidabilità: segnale costante e validazione del sensore garantiscono il funzionamento dell'impianto stabile e valori di uscita affidabili;
- flessibilità: controllo simultaneo dell'eliminazione di azoto e fosfato in più fasi biologiche;
- facilità d'uso: rapidamente e facilmente integrabile nei vostri attuali processi di controllo grazie alle moderne tecnologie di bus;
- convenienza: menu intuitivo e gestione di valori e parametri di misura.



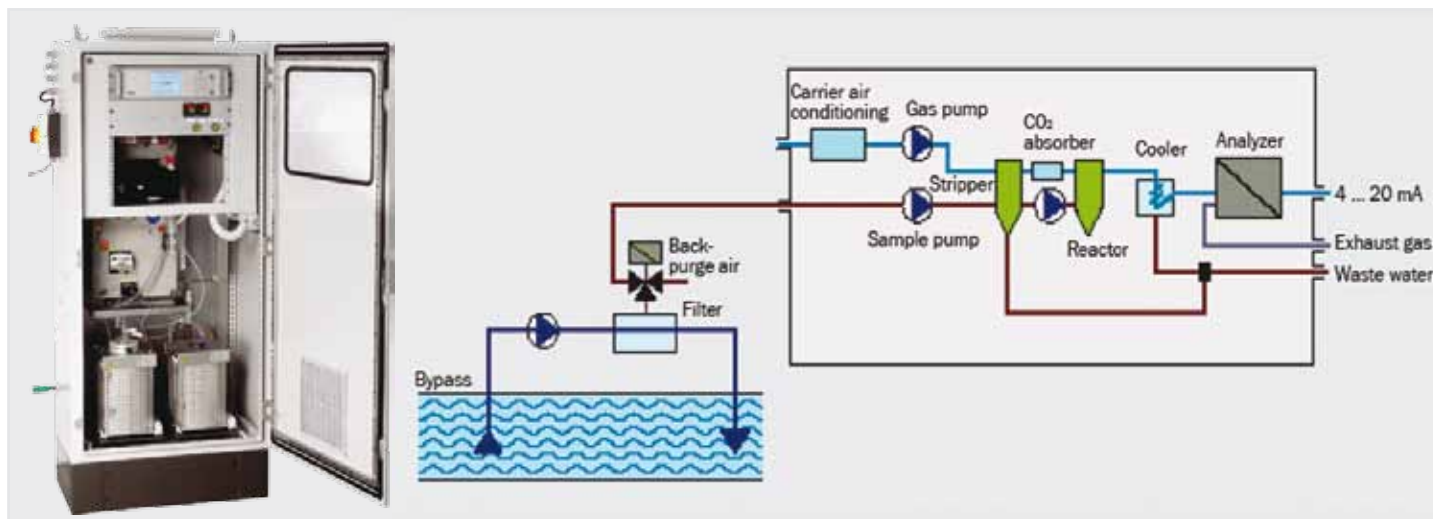
Per l'analisi di TOC in acqua

Chi ha già familiarità con gli analizzatori gas estrattivi NDIR di **SICK** sicuramente apprezzerà la loro possibilità di impiego e le eccellenti prestazioni nella misura in linea delle concentrazioni TOC nelle acque di scarico.

SICK è uno dei principali produttori di sensori per l'automazione di fabbrica, logistica e pro-cesso. In qualità di leader, i sensori e le soluzioni applicative per uso industriale proposte dall'azienda sono la base perfetta per un controllo affidabile ed efficiente dei processi, per la protezione antinfortunistica delle persone e per la prevenzione dei danni ambientali. All'interno del TOCOR è integrato un analizzatore di gas e un opportuno sistema di trattamento di campione liquido. Il dispositivo trova frequente applicazione nella misura del carbonio organico totale in acqua di condensa, acqua di processo, superficiale o di scarico. L'utilizzo di una tecnologia di misura uniforme, la possibilità di controllo delle prestazioni e la filosofia operativa sia per i gas sia per la misura di TOC in acqua, semplificano in modo assoluto la vita a chi gestisce un impianto industriale. Solitamente gli operatori di impianti chimici e petrolchimici sono i più sensibili poiché vedono un vasto utilizzo di entrambe le misure, ma anche altre tipologie di impianti possono avvantaggiarsi da una tecnologia di misura analoga. Infatti, l'utilizzo di una tecnologia comune consente la standardizzazione dei ricambi, permettendo un utilizzo del magazzino ricambi più efficiente, semplificando la manutenzione e riducendo il carico di training che viene richiesto per la gestione di entrambi gli analizzatori. La gamma di analizzatori TOC di SICK include sia versioni con reattore UV (tipicamente per acque di condensa, di raffreddamento e acqua di superficie) sia con modelli con

reattore termico (per la misura, ad esempio, in acqua di scarico contaminata). Tutte le versioni sono disponibili sia in esecuzione ATEX, sia per aria sicura. La possibilità di selezionare la tecnologia di misura preferita, o più idonea per la specifica applicazione e l'esecuzione, semplifica la vita e permette di utilizzare una soluzione su misura per soddisfare in maniera risolutiva l'esigenza di determinare le concentrazioni di inquinanti. L'innovativo sistema di condizionamento del campione consente di ridurre il fabbisogno di consumabili del 20-30% rispetto alle tecnologie precedenti. Gli ulteriori vantaggi derivano dalla notevole riduzione del tempo di risposta fino a circa cinque minuti e dal trattamento automatico e integrato dell'aria portante. L'utilizzo del nuovo reattore UV consente di abbassare sensibilmente i costi operativi rispetto ai reattori termici, permettendo attività manutentive rapide. Un ulteriore vantaggio consiste nella possibilità di seguire anche visivamente il processo di ossidazione, sebbene questo sia schermato dall'esterno e sia concepito in modo che il liquido non possa in nessun caso penetrare nel resto dell'analizzatore. Lo speciale design del reattore evita la formazione di ozono attorno alla lampada UV. Lo strumento può essere facilmente incapsulato per l'uso in ambiente ATEX e pressurizzato.

Il TOCOR UV può infine essere impiegato senza sistema di raffreddamento, anche in ambienti con temperatura fino a 45°C; questo aspetto rende l'analizzatore particolarmente adatto all'uso in regioni calde.



ENERGY EFFICIENCY:

*A competitive factor for the industry
An effective tool for the environment*



26-27 MARCH 2014 · RAVENNA, ITALY

www.remenergy.it

UNDER THE PATRONAGE OF



SUPPORTING ASSOCIATIONS



CONFERENCE ORGANIZER



OMC Srl
P.le. +39 0544 219418
Fax. +39 0544 39347
conference@remenergy.it

EXHIBITION ORGANIZER



IES Srl
P.le. +39 06 30883030
Fax. +39 06 30883040
exhibition@remenergy.it

SUPPORTED BY OMC ASSOCIATES



HALLIBURTON



Schneider



saipem



MAIN SPONSORS



MEDIA NETWORK



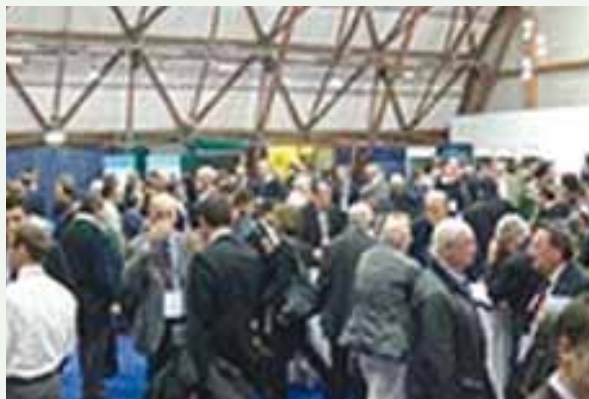
EIDOS



PETROLCHIMICO E SICUREZZA INDUSTRIALE



Il 28 novembre presso il Crowne Plaza Hotel di San Donato a Milano si tiene mcT Petrolchimico, la giornata verticale dedicata al settore dell'Oil&Gas. In contemporanea, anche la prima edizione di mcT Safety&Security, nuovo evento di riferimento per il settore delle tecnologie per la sicurezza attiva e passiva nei contesti industriali a elevata criticità.



Anche quest'anno si rinnova l'appuntamento con mcT Tecnologie per il Petrolchimico, quinta edizione della giornata verticale pensata per i professionisti impegnati nel petrolchimico e nell'industria di processo.

La giornata, organizzata da EIOM Ente Italiano Organizzazione Mostre, con la collaborazione di AIS/ISA Italy section (Associazione Italiana Strumentisti), il patrocinio di ANIPLA (Associazione Nazionale Italiana per l'Automazione) e il supporto promozionale della "Guida Petrolchimico", si è dimostrata nel corso delle passate edizioni un appuntamento di riferimento nel panorama del settore (l'edizione 2012 ha visto la partecipazione di oltre 850 visitatori specializzati).

Sono oltre sessantacinque le aziende che hanno confermato la partecipazione alla manifestazione, un numero assolutamente rilevante che testimonia l'interesse delle aziende per la mostra, e cinque i Platinum sponsor (Abb, Ctai, Invesys, Rittal, Sick). La giornata si svilupperà partendo dal convegno mattutino "Tecnologie per il Petrolchimico e per il settore energetico", una sessione che si annuncia ricca di contenuti e importanti protagonisti e vedrà il coinvolgimento diretto di aziende di assoluto spicco, come ENI, SAIPEM ed ENEL, che affronteranno tematiche di stringente attualità e contribuiranno con case study di grande interesse.

ENI interverrà con una case history sull'ottimizzazione della rete del gas e analizzerà le problematiche dell'ottimizzazione dell'utilizzo e dell'energia; SAIPEM invece porterà la sua esperienza con il caso relativo all'impiego delle tecnologie di virtualizzazione per la propria struttura IT e come supporto ai progetti EPC; mentre ENEL discuterà dell'uso degli smartphone e dei sistemi multimediali per l'organizzazione delle squadre di manutenzione nel territorio. mcT Petrolchimico prevede anche un'area espositiva in cui saranno presenti le principali aziende del settore e una sessione pomeridiana con una serie di workshop tecnico-applicativi, in cui saranno analizzate le migliori soluzioni tecnologiche del momento.

In contemporanea, si svolgerà la prima edizione di mcT Safety&Security, la nuova iniziativa dedicata alle soluzioni e le tecnologie per la sicurezza attiva e passiva nei contesti industriali a elevata criticità per prevenire scenari incidentali, che completerà la panoramica sugli argomenti di interesse per i professionisti, con l'ambiziosa finalità di promuovere non solo l'aggiornamento professionale, ma anche l'incontro e il confronto tra aziende e i diversi operatori

nell'ottica di attivare nuove e importanti opportunità di business. L'evento è organizzato da EIOM Ente Italiano Organizzazione Mostre in collaborazione con AIAS (Associazione Professionale Italiana Ambiente e Sicurezza).

"Soluzioni e tecnologie innovative di safety e security per l'industria petrolchimica" è il titolo del convegno mattutino, coordinato da AIAS, che affronterà alcune tematiche di attualità: dalla sicurezza e dalla prevenzione degli scenari incidentali alla corretta operatività negli stabilimenti e nelle raffinerie alla security, con importanti campi applicativi del settore.

**PREVISTI OLTRE
800 OPERATORI**

In concomitanza con:

mct
Safety & Security

mct
Petrolchimico

Tecnologie per il Petrolchimico

mcT Petrolchimico è un evento verticale di una giornata sulle tecnologie per l'industria petrolchimica: strumentazione e controllo, sistemi di automazione, calore ed energia, laboratorio di analisi, trattamento acqua/aria/scarichi industriali, manutenzione degli impianti.

L'ingresso è gratuito per gli operatori preregistrati.
Il programma prevede:

- ✓ due convegni plenari mattutini
- ✓ una parte espositiva
- ✓ al pomeriggio workshop e corsi di formazione
- ✓ buffet e coffee break offerti dagli sponsor
- ✓ in esclusiva gratuitamente tutti i contenuti in PDF

28 novembre 2013

Crowne Plaza Hotel
San Donato Milanese (MI)

Sponsored by

ABB



Organizzato da

EIOI

Registrazione gratuita per gli operatori professionali

www.eiomfiere.it/mctpetrolchimico





Società Chimica Italiana

RICERCA ↔ FORMAZIONE ↔ INDUSTRIA

SCI, l'Europa ed il mondo

La Società Chimica Italiana annovera oltre quattromilacinquecento iscritti. I soci svolgono la loro attività nelle industrie, nelle università e negli enti di ricerca, nelle scuole, nei laboratori pubblici e privati di ricerca e controllo. Essi sono uniti, oltre che dall'interesse per la scienza chimica, dalla volontà di contribuire alla crescita culturale ed economica della comunità nazionale ed al miglioramento della qualità della vita dell'uomo.

La Società Chimica Italiana ha lo scopo di promuovere lo studio ed il progresso della Chimica e delle sue applicazioni ed in particolare:

- favorire ed incrementare la ricerca scientifica in tutti i campi della Chimica;
- divulgare la conoscenza della Chimica e l'importanza delle sue applicazioni nel quadro del progresso e del benessere dell'umanità;
- promuovere e favorire lo studio della Chimica nelle Università ed in tutte le Scuole di ogni ordine e grado;
- promuovere in ogni campo lo sviluppo delle Scienze.

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.

Gli organi direttivi della Società sono il Presidente, il Consiglio Centrale ed il Comitato Esecutivo. Sezioni e Divisioni sono rette anch'esse da un Consiglio Direttivo e da un Presidente.

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 Chimica e l'Industria".



RECENSIONI

ATTUALITA'

DALLE RIVISTE

PARLIAMO DI ...

CHIMICA &.....

SCIENCE & TECHNOLOGY

FLASHBACK

HIGHLIGHTS

SCI INFORMA



di Sergio Carrà
Politecnico di Milano

I PERICOLI DI UN PIANETA INQUIETO

Sull'orlo del baratro

Una nutrita schiera di ricercatori ha partecipato nel 2008 ad Oxford alla "Catastrophic Risk Conference", assegnando all'Umanità il 19% di probabilità di sopravvivere oltre il 2100. Anche se questo atteggiamento è in contrasto con le evidenze fossili in base alle quali la vita media dei mammiferi ammonta a circa un milione di anni, dei quali la specie umana ne ha consumato solo 200.000, l'episodio è uno fra i molti che riflettono la diffusa convinzione che il nostro pianeta, soggetto alle intemperanze umane, sia minacciato da terribili catastrofi. Tanto da indurre i geologi a sovvertire le consuetudini battezzando, con anticipo ed indiscutibile efficacia mediatica *antropocene* l'era geologica in cui viviamo [1].

In realtà si tratta di una convinzione remota che si è imposta con particolare evidenza dal momento in cui l'industrializzazione ha avviato uno spiccato depauperamento delle risorse naturali. Tale da far ritenere che il successo dell'Umanità nell'appropriarsi dei beni della Terra contenga il germe del suo collasso.

I timori sulla carenza delle risorse naturali, affiorato alla fine del Settecento con gli scritti di Thomas Malthus, è stato affrontato nella

seconda metà del secolo scorso mediante un ambizioso modello matematico commissionato dal "Global Think Tank" chiamato Club di Roma a Jay Wriarth Forrester, esperto di dinamica dei sistemi. I risultati ottenuti hanno suscitato scalpore poiché indicavano che lo sfruttamento delle risorse naturali avrebbe avuto conseguenze nefaste, sia aumentando il grado di inquinamento del pianeta sia portando la popolazione umana verso un collasso dovuto alla mancanza di cibo e al crollo delle attività produttive [2].

Poiché questi eventi avrebbero dovuto aver luogo prima del 2000, con sollievo possiamo constatare che la previsione non si è verificata, anche se da parte di alcuni si sostiene che il collasso è solo rimandato, per cui ritengono che sia maturato il tempo di rispolverare il modello per ottenere risposte più affidabili sulla data del suo inizio, partendo dalla constatazione che quando è stata condotta la simulazione le informazioni accessibili erano povere ed incorrette e venivano gestite da calcolatori vetusti rispetto a quelli di cui oggi disponiamo. A dire il vero non si può fare a meno di osservare che tale modello incorpora la presenza di un giorno del giudizio, con l'unica libertà di determinarne la data, sia pure con incertezze,



senza offrire scappatoie [3]. Le menzionate analisi prevedono infatti un depauperamento delle risorse naturali che segue una curva in rapida discesa. L'analisi è stata applicata alle risorse di petrolio, in primo luogo statunitensi e successivamente mondiali, grazie ai lavori del geologo King Hubbert, preconizzando che già prima della fine del secolo scorso venisse superato il consumo della metà delle risorse esistenti [4].

In sostanza si stava diffondendo l'opinione che l'Umanità si trovi ad affrontare un momento critico della sua storia conseguente da *"una perpetratazione delle ineguaglianze all'interno e tra le nazioni, un insprimento della povertà, della fame, della malattia e dell'analfabetismo, e il continuo deterioramento dell'ecosistema dal quale dipende il nostro benessere"*. Così veniva sancito nell'incipit dell'Agenda della Conferenza delle Nazioni Unite di Rio de Janeiro del 1992, seguita da un documento illustrativo lungo ben 600 pagine.

Non si può che rimanere profondamente sconvolti da tali massicce, ma autorevoli, dichiarazioni cui è seguito ed è tuttora in corso un coro di adesioni da parte di molteplici opinionisti ed intellettuali. In controcorrente vorrei invece prendere ispirazione da una dichiarazione di Godfrey H. Hardy [5], il grande matematico di Cambridge, il quale sosteneva che non vale mai la pena che un uomo di prim'ordine sprechi il suo tempo a difendere l'opinione della maggioranza. Per definizione già tanti altri se ne fanno carico. Accettando la sfida tenterò di trarre ispirazione da queste affermazioni per esplorare quanto siano giustificati i menzionati timori che risuonano come l'angosciante *requiem* della nostra società.

Una società in evoluzione

Il modello del Club di Roma è stato in realtà criticato per diversi motivi. Anzitutto perché basato su equazioni che prevedono risposte lineari alle sollecitazioni a differenza di quanto ci si può aspettare per i sistemi complessi. Inoltre ignora sia la presenza di meccanismi di adattamento sia i cambiamenti tecnologici riguardanti il miglioramento dei processi estrattivi, la dematerializzazione degli impianti per la miniaturizzazione dei processi e l'impiego di metodi di progettazione sempre più evoluti e sofisticati. Infatti a partire dall'inizio dell'Ottocento si sono affermate molteplici innovazioni tecnologiche che stanno alla base di un indiscutibile stato di benessere dei popoli ricchi e stanno trainando anche quelli in fase di sviluppo o sottosviluppati.

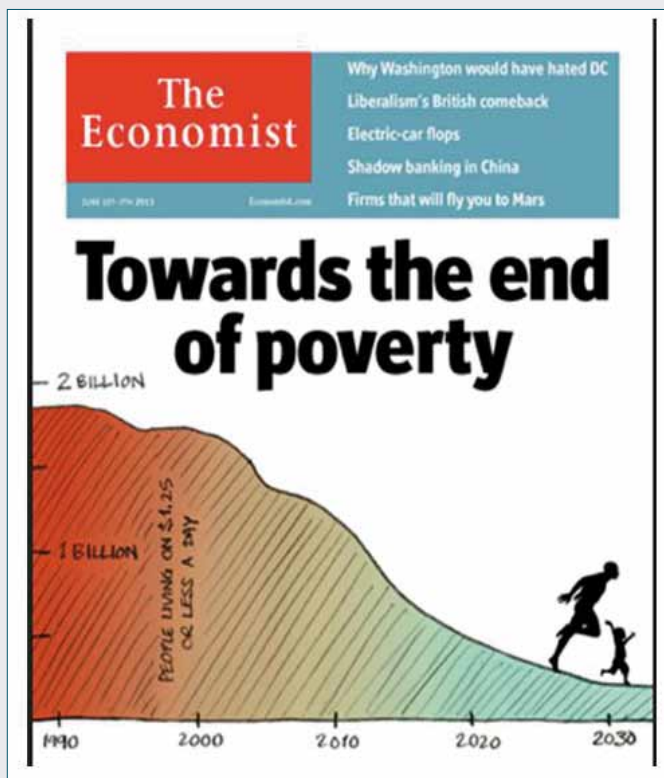
"Towards the end of poverty", recitava una copertina di *The Economist* (June 1st 2013) nel cui numero veniva illustrato come negli ultimi vent'anni un miliardo circa di persone sono state sottratte dallo stato di estrema povertà.

Ciò grazie a contributi umanitari, ma soprattutto grazie alla liberalizzazione dei mercati in virtù dei quali viene concesso ai popoli poveri di diventare più ricchi, agevolando gli scambi commerciali fra i Paesi sia nel loro interno che al loro esterno. La fruizione dei benefici derivanti dagli scambi di conoscenze e dei mezzi materiali costituisce una ricetta che dovrebbe essere estesa ai Paesi, quali l'Africa, nei quali domina ancora la povertà estrema, soprattutto per la presenza di pratiche restrittive dovute ad un insufficiente livello culturale ed a diffusi vincoli politici dittatoriali.

L'intensità con la quale vengono coltivate nel mondo le ricerche scientifiche che stanno alla base di realizzazioni tecnologiche innovative procedono con un ritmo accelerato che riserva quotidianamente stupefacenti sorprese. In particolare quelle del settore chimico hanno contribuito ad arginare la carestia alimentare e hanno riscattato il depauperamento di alcune materie prime mentre il progresso nel settore farmaceutico ha affrancato l'Umanità dall'incubo di gravi malattie. A partire dalla seconda metà del secolo scorso sono emerse le nuove tecnologie riguardanti l'informatica, la microelettronica e le nanotecnologie, la cui applicazione ha accentuato un processo in virtù del quale diminuisce la quantità di materiale impiegato negli impianti produttivi. Tutto ciò attraverso la produzione di dispositivi sempre più complessi ed efficienti, orientati verso l'utilizzo dell'energia elettrica, più qualificata di quella termica [6]. La trasmissione delle informazioni e delle immagini a livello globale, grazie al web, si sta conseguentemente sviluppando in modo vertiginoso contribuendo alla diffusione della cultura e creando, come menzionato, i presupposti per l'emancipazione dalla povertà dei Paesi sottosviluppati.

L'energia costituisce una risorsa essenziale per lo sviluppo di ogni attività umana ed una sua adeguata disponibilità permette anche di affrontare problemi emergenti riguardanti la scarsità di acqua che a sua volta condiziona lo sviluppo agricolo e le cure per la salute.

Attualmente viene essenzialmente ottenuta da fonti fossili, in particolare idrocarburi, la cui produzione, anche se ne viene paventato l'esaurimento che porterebbe ad una grave crisi economica [7], continua ad aumentare in seguito al miglioramento dei



processi di trivellazione che ha portato alla scoperta dello *shale gas* [8]. Inoltre si stanno aprendo concrete prospettive di utilizzare le immense risorse di gas metano intrappolato sotto forma di clatrati nei sedimenti marini ai margini dei ripiani continentali delle regioni artiche [9]. Resta comunque aperto il problema di avvicinare l'impiego dei carburanti fossili con fonti alternative, possibilmente rinnovabili con un bilancio nullo dell'anidride carbonica, perché a quella prodotta dalla combustione degli idrocarburi viene attribuita la responsabilità dei mutamenti climatici. Tale energia *carbon free* può essere ottenuta in parte mediante la fissione nucleare, sviluppando tecnologie basate su reattori di piccole dimensioni, e quindi più sicuri, aperti a particolari applicazioni, quali la desalinizzazione dell'acqua marina, il riscaldamento e il trasporto.

Ovviamente l'attenzione viene posta anche all'energia proveniente dal sole, malgrado la creazione di adeguate infrastrutture per poterla sfruttare su una scala confrontabile con i consumi primari di energia non sia a portata di mano, soprattutto perché la sua periodicità richiede particolari accorgimenti per la difficoltà di immagazzinare l'energia elettrica così prodotta [10]. L'impiego delle biomasse nella forma tradizionale sino ad ora utilizzata viene scoraggiato perché tende a compromettere la filiera agricola.

Si stanno inoltre affacciando prospettive quanto mai interessanti, poiché sotto le etichette "*Synthetic Biology*" e "*Metabolic Engineering*", stanno emergendo settori il cui successo potrebbe rivoluzionare la produzione di molti prodotti chimici [11]. Tutto ciò esplorando le complicate reti dei cammini metabolici degli organismi monocellulari procariotici con l'intento di isolarne i passaggi rilevanti connettendoli fra di loro in modo da orientarne l'azione catalitica nella produzione di prodotti chimici, farmaci e carburanti. Si agisce sul loro GRN (*Gene Regulatory Network*) mediante le tecniche del DNA ricombinante con l'intento di progettare cellule che agiscano quali catalizzatori per definiti processi chimici. Le prospettive sono sicuramente interessanti anche se affiorano critiche sul piano etico da parte di chi teme che venga violata l'integrità della natura.

Questi sviluppi potrebbero fornire un'apprezzabile quantità di combustibili da materiale cellulosico, la cui produzione non comprometterebbe l'impiego di terreni nella produzione di cibo. Si tratta di un'ipotesi innovativa intesa a sfruttare il flusso di energia libera che proviene copiosa dal sole, specificamente indirizzata alla sintesi di idrocarburi o alcoli superiori partendo dall'anidride carbonica presente nell'aria [12]. Promettenti successi in questa direzione sono in corso, fruendo, in particolare, di coltivazioni in acqua marina di alghe [13].

Il ritmo accelerato con il quale evolvono le tecnologie è confermato dalla nota legge di Gordon Moore, successivamente ampliata da Ray Kurzweil, in base alla quale le capacità di effettuare calcoli aumentano esponenzialmente nel tempo.

Tutto ciò a partire dall'inizio del secolo scorso, indipendentemente da guerre, depressioni, recessioni e soprattutto dalle tecniche impiegate, poiché si percorre un tragitto che comprende i dispositivi elettromeccanici, i tubi a vuoto e i circuiti integrati. Una sua ragione-

vole estrapolazione lascia prevedere che fra pochi anni la potenza di calcolo a disposizione dell'umanità supererà nettamente quelle del cervello dell'uomo, il quale quindi potrà disporre di un formidabile strumento per progettare e gestire sistemi molto complessi. I nuovi calcolatori potranno anche suggerire come progettare risorse sintetiche in grado di surrogare quelle attualmente impiegate.

In questo quadro pertanto la ricerca scientifica e la tecnologia non costituiscono, come viene paventato da alcuni, una minaccia per la società umana, ma l'ancora di salvezza poiché potranno tutelarla da minacce che potrebbero venire anche da fattori antropologici e socio-politici.

Nel futuro la scienza e la tecnologia dovranno impegnarsi anche sulle trasformazioni cui è soggetto il nostro pianeta in seguito all'insorgenza di situazioni critiche che ne compromettono la stabilità rendendolo l'oggetto di catastrofi naturali.

Tutto ciò partendo dalla consapevolezza che le tecnologie offrono nel contempo la possibilità di acquisire un numero sempre più elevato di informazioni sperimentali riguardanti sia i sistemi naturali che quelli creati dall'uomo e di elaborarli mediante calcolatori sempre più potenti, grazie all'impiego di opportuni modelli.

Anche se permangono incertezze sull'affidabilità delle previsioni sull'evoluzione dell'ambiente effettuate su tempi lunghi e su sistemi di ampie dimensioni, le indagini e le esplorazioni non possono prescindere dall'utilizzo di modelli che comunque offrono un adeguato strumento per organizzare le osservazioni sperimentali ed offrirne un'interpretazione che, nella consapevolezza dei loro limiti, sono di indiscutibile utilità.

L'incubo dell'affollamento

La notizia diffusa dalle Nazioni Unite il 31 ottobre del 2011 che il numero di abitanti del pianeta aveva raggiunto i 7 miliardi, ha fatto emergere l'immagine di paesaggi gremiti di esseri umani, tali da suscitare nel contempo euforia e sgomento. L'affollamento del pianeta, secondo alcuni opinionisti, costituisce infatti una seria minaccia, tanto da confrontare la crescita della popolazione agli effetti di una vera e propria bomba biologica [14].



Questo quadro inquietante viene però ridimensionato da un semplice calcolo, in base al quale risulta che tutta la popolazione mondiale, lasciando a disposizione per ogni persona uno spazio paragonabile a quello che si gode in una tipica abitazione americana, occuperebbe circa l'1% della superficie terrestre [15].

Oppure, come sosteneva Jaquelin Kasun, potrebbe essere ospitata nel Texas, lasciando il terreno restante libero. Non si può quindi fare a meno di prendere atto della potenziale ricettività del nostro pianeta nei riguardi di un'umanità ancora in crescita.

In realtà sono però manifesti i sintomi della diminuzione della velocità della crescita per cui si ritiene, da parte dell'ONU, che intorno al 2050 circa, raggiunti i 10 miliardi di abitanti, la popolazione passi per un massimo per iniziare a decrescere. E ciò non per mancanza di risorse ma per ragioni sociali e culturali dovute sostanzialmente all'emancipazione femminile.

Uno sguardo al futuro

Già all'inizio del Settecento il grande filosofo napoletano Giambattista Vico aveva evidenziato che la storia procede attraverso corsi e ricorsi nei quali si alternano fasi di progresso e di decadenza [16]. L'archeologia testimonia la presenza in diverse parti del mondo delle tracce di civiltà scomparse, ricche di contenuti culturali. Il destino di una civiltà ed il suo eventuale collasso sono dovuti a diversi fattori di natura esogena, quali i disastri naturali, o endogena, quali la mancanza di flessibilità nell'adeguarsi ai cambiamenti ideologici e politici. Poiché la storia non procede linearmente non è facile trarne insegnamenti per l'evoluzione della società attuale, anche per le sue peculiari differenze dalle precedenti, dovute al suo respiro planetario e alla forte accelerazione imposta allo sfruttamento delle risorse.

Nel 1931 in una visione ottimistica John Maynard Keynes [17] evidenziava la possibilità che nell'arco di un secolo si sarebbe raggiunta una situazione nella quale tre ore di lavoro al giorno sarebbero state sufficienti per soddisfare le necessità umane in modo adeguato. E ciò grazie alla capacità di controllare l'aumento della popolazione, di evitare guerre e tensioni sociali, di saper affidare alla scienza il compito dello sviluppo tecnologico ed infine di fissare il tasso di accumulo del

capitale nel margine fra produzione e consumo. Per quanto concerne l'ultimo punto si deve osservare che lo sviluppo economico di un Paese deriva da un bilancio dinamico delle sue diverse attività, come viene compendiato nello Schema 1, nel quale il flusso di spese pubbliche include quelle richieste per la protezione dell'ambiente.

Si può osservare come in tale quadro nella definizione di $Y(t)$, che si identifica con la produzione totale di un Paese, gioca un ruolo fondamentale il fattore $A(t)$ che dipende dal livello tecnologico e dal costo dell'energia.

Il fatto precedente riveste importanza cruciale per il nostro Paese che negli ultimi anni ha smarrito le capacità di competere nel settore tecnologico e che, per ragioni in gran parte politiche, produce energia ad un costo molto elevato.

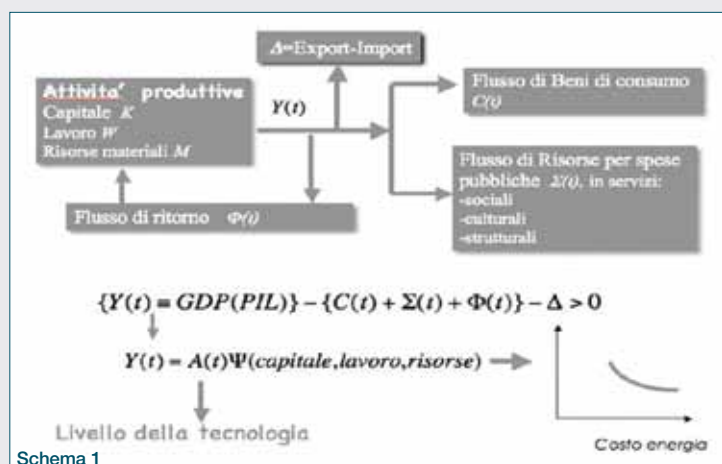
Questa situazione si riferisce ai settori industriali nei quali aveva acquisito nel dopoguerra un'importante posizione, in particolare in chimica, farmaceutica, metallurgia, energia, trasporto, aeronautica, elettronica, elettromeccanica, tutte giunte ad un alto livello tecnologico. I costi economici e sociali sono stati e sono tuttora enormi tanto da far sorgere il pericolo che l'Italia divenga una colonia dei Paesi che hanno saputo conservare le competenze in tali settori. Ripercorrere il cammino di questo processo involutivo, che ha ragioni politiche e culturali, è ovviamente doloroso anche se necessario per poter intraprendere un percorso alternativo che attivi una politica economica orientata verso uno sviluppo ad elevata intensità di lavoro e di conoscenza.

In particolare è indispensabile recuperare un'adeguata e diffusa padronanza delle conoscenze scientifiche e tecnologiche che sono state profondamente mortificate a livello istituzionale per l'esiguità dei finanziamenti devoluti e per l'egemonia dell'ipotesi che la cultura umanistica costituisca una risorsa sufficiente per il progresso economico e civile di un Paese perché più adeguata per educare al pensiero critico. Su questa scia è stato incongruamente conferito un ruolo eccessivo agli aspetti gestionali e di controllo la cui esasperazione ha favorito una diffusa burocrazia che è sfociata nella paralisi delle iniziative intese allo sviluppo per il timore che possano recare danno alla società e all'ambiente.

Si è così persa la capacità di accettare le sfide che stanno alla base di ogni progresso perché in grado di sviluppare le tecnologie più adeguate per migliorare il benessere, pur tutelando l'ambiente stesso. Paradossalmente siamo così diventati il Paese occidentale in cui sono presenti i maggiori vincoli per operare sul territorio pur avendo l'ambiente più deturpato.

In generale comunque dopo quasi un secolo appare che l'obiettivo di Keynes possa essere raggiunto se si riuscirà ad eludere le insidie e gli ostacoli allo sviluppo della attuale società identificabili nei seguenti punti:

- depauperamento delle risorse naturali;
- effetto serra dovuto all'anidride carbonica con tutte le conseguenze climatiche e idrologiche;
- eliminazione e riciclo dei rifiuti;



- ostacoli dovuti a fatti sociali eversivi associati alla violenza umana;
- difficoltà di raggiungere una intesa politica globale.

Il primo di essi è già stato considerato, mettendo in evidenza che il timore della scomparsa delle risorse è in realtà il frutto di un atteggiamento in cui si pensa al futuro con le idee attualmente dominanti. Per quanto concerne il ruolo dell'anidride carbonica sui cambiamenti climatici si deve osservare che è l'oggetto di un ampio dibattito che si protrae da diversi anni raggiungendo punte di emotiva tensione. Dopo aver diviso il mondo della scienza e l'opinione pubblica sembra avere raggiunto una fase interlocutoria nella quale viene sollecitata la raccolta di dati ed informazioni che possano conferire maggiore oggettività a scelte sino ad ora essenzialmente basate sui risultati di modelli matematici troppo complessi per risultare del tutto affidabili [18]. Inoltre sta emergendo che le iniziative proposte non appaiono del tutto efficaci tanto che, secondo alcuni, sono così costose da rischiare di trasformare un non ben definito pericolo in un sicuro disastro economico [19].

Risultano infatti incompatibili con il ritmo dello sviluppo in corso nel mondo, in particolare nei Paesi emergenti che aspirano legittimamente a convergere verso il modello di *welfare* dei Paesi sviluppati. Tanto da rendere il tema del riscaldamento globale un motivo di imbarazzo per alcuni politici.

Comunque appare curiosa la diffusa idiosincrasia verso la CO₂, battezzata dagli ambientalisti estremisti come la più grande minaccia mai incontrata, dimenticando che in realtà è protagonista della fotosintesi che alimenta il mondo intero. Pertanto senza di essa il pianeta diventerebbe arido perché diminuirebbe la produzione di vegetali con pericolo di estinzione di ogni forma di vita. L'atmosfera nel passato ha raggiunto livelli molto elevati dell'anidride carbonica senza provocare catastrofi planetarie. L'epoca in cui stiamo vivendo è la più povera

di CO₂ della storia del pianeta, per cui si manifestano gli indizi che l'aumento in corso stia favorendo un incremento della vegetazione mondiale. Sotto questo aspetto si potrebbe provocatoriamente sostenere che tale aumento risulti benefico.

L'eliminazione e il riciclo dei rifiuti costituisce un problema spinoso di grande importanza, perché la sua incidenza è fatalmente associata all'aumento della popolazione e all'aumento del benessere, cosa ovviamente auspicabile. Pur essendo incompetente in materia, mi azzardo ad affermare che si può risolvere con tre ingredienti: l'organizzazione, l'educazione e la fiducia nella tecnologia che ci offre utili strumenti, quali i termovalorizzatori, da alcuni osteggiati sia per mancanza di un'adeguata educazione sia per il rifiuto di accedere ad uno stile di vita organizzato.

In realtà questi atteggiamenti colgono un paradosso del nostro mondo, poiché gran parte delle persone manifestano odio verso il cambiamento tecnologico pur abbracciandolo, talora con entusiasmo, nella consuetudine delle attività quotidiane.

In realtà il ritenere che il nostro pianeta non sia mai cambiato costituisce un pregiudizio, fortunatamente inesatto non solo per ragioni geologiche, ma anche per la tendenza del genere umano ad evolvere, eventualmente emancipandosi da pratiche strettamente dipendenti dai fenomeni naturali. In accordo a quanto affermava Bob Dylan *"I am against nature. I don't dig nature at all. I think nature is very unnatural"*.

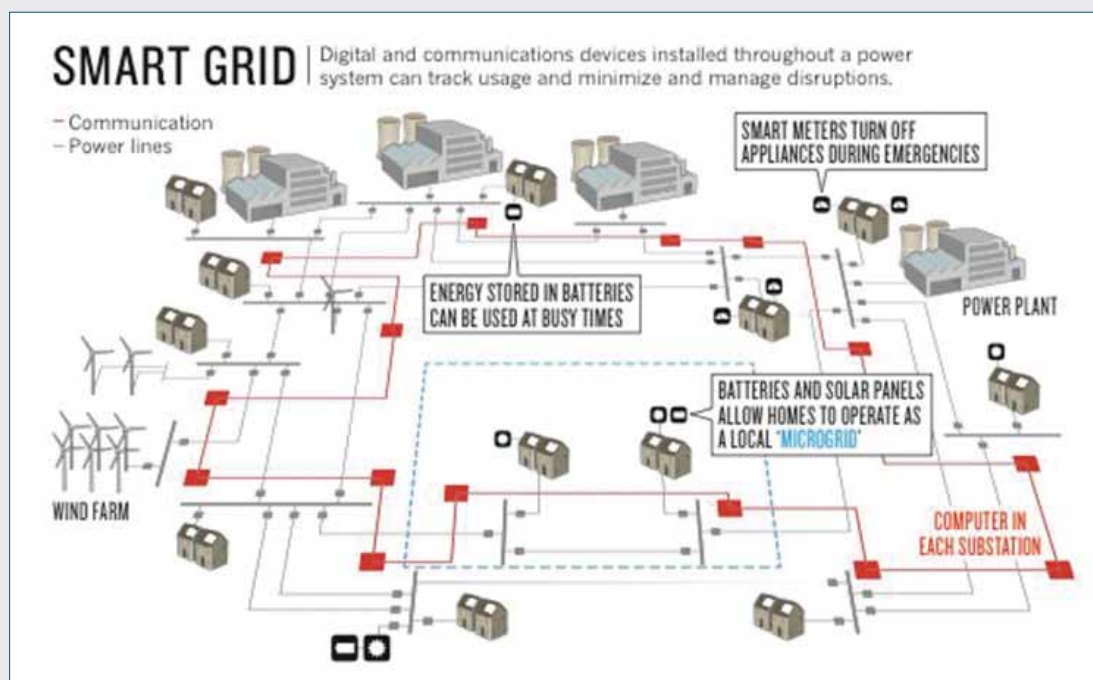
Non si tratta neanche di un pianeta del tutto fragile se si tiene conto delle vicissitudini attraverso le quali è passato dovute ad enormi sbalzi di temperatura e cambiamenti della composizione dell'atmosfera [20]. La tendenza che sta emergendo è quella di adattarsi alle variazioni ambientali con un nuovo atteggiamento che coinvolga sia il comportamento umano sia l'intensificazione di ricerche in grado di favorire adeguati sviluppi tecnologici innovativi, nei quali si migliori

l'efficienza dei processi, si faccia ampio uso dell'energia elettrica e venga dato ulteriore sviluppo alle comunicazioni, intensificando la rete informatica.

Nel contempo le competenze nel settore informatico e l'accessibilità di potenti calcolatori potrà guidare l'impiego di reti intelligenti (*smart grid*) in grado di ottimizzare le attività produttive.

Si tratta di una trasformazione epocale che richiederà tempo, un'adeguata educazione ed una consapevole maturità politica.

Un grave ostacolo è dovuto alla presenza di fattori sociali eversivi, quali la violenza, il fanatismo socio-politico e il terrorismo. Queste preoccupazioni trovano però sol-



lievo dalla lettura del recente volume di Stefan Pinker: *"Better Angels of our nature: why violence is declined"*, nel quale, con ricca documentazione, viene messo in evidenza che la violenza umana è diminuita nei millenni, per cui stiamo vivendo il periodo più pacifico della storia [21].

In realtà l'aspetto più inquietante riguarda i risvolti politici e sociali concernenti un mondo che, pur essendo globalizzato per quanto riguarda le comunicazioni, i trasporti e molti scambi commerciali, schematicamente risulta ancora diviso in tre tipologie [22]: esse si riferiscono rispettivamente ai Paesi occidentali, detti sviluppati, aventi un livello medio di benessere relativamente elevato; i Paesi in via di sviluppo che convergono verso tale stato, rapidamente poiché possono fruire della gratuità di accesso alle tecnologie che costituiscono il retaggio del precedente sviluppo dei Paesi avanzati; ed infine quelli di povertà estrema che strutturalmente appaiono estranei a questo processo, ma che, come abbiamo visto, ne stanno uscendo grazie soprattutto al ruolo esercitato dalle comunicazioni sull'innalzamento del loro livello culturale.

La situazione che si è creata nel mondo occidentale è dominata da una crisi economica devastante che perdura da anni, le cui ragioni per diversi aspetti sfuggono alle più sottili analisi, ma sulla cui evoluzione grava un pesante debito pubblico accumulato in diversa misura nei vari Paesi.

In questo quadro, quale destino si può ipotiz-

zare per l'occidente che nei secoli scorsi ha costituito la forza motrice dello sviluppo? È legittimo ritenere che il "tecno-ottimismo", fedele all'ideologia sovvertitrice dell'illuminismo, possa sostenere un ritmo di sviluppo come quello che si è manifestato sino ai nostri giorni? La prospettiva che si verifichi fra breve tempo una svolta tecnologica simile a quelle che si sono manifestate nella precedente era industriale e in quella attuale dell'informazione appare improbabile, anche se la comunità scientifica è diventata molto numerosa e fruisce nell'insieme di generosi finanziamenti [23]. Al contrario nel settore della ricerca

e sviluppo si stanno manifestando i sintomi di una crisi incipiente dovuta ad un'eccessiva burocratizzazione e ad una mancanza di controllo delle attività svolte.

D'altro canto le sollecitazioni sociali invocano un ripiegamento verso uno stato di benessere massificato che vagheggia lo stato stazionario preconizzato da Adam Smith.

Tutto ciò fruendo di un sistema generalizzato di controllo che si manifesti attraverso un'efficiente regolamentazione, dimenticando che tale evoluzione contiene il pericolo latente di un infragilimento del sistema [24]. Infatti i politici e i funzionari di diversa natura che in una società dinamica possono essere rivoluzionari promuovendo il progresso, in una società statica diventano parassiti, soffocando così ogni slancio e minacciando la stabilità del menzionato stato stazionario.

Con pericolo di declino, come preconizzato dal grande Vico.



Bibliografia

- [1] P.J. Crutzen, *Nature*, 2002, **415**, Jan., 23.
- [2] D.H. Meadows *et al.*, *Limit to growth*, New American Library, 1977.
- [3] B. Hayes, *American Scientist*, 2012, **100**(May-June), 192.
- [4] K. Hubbert, *Nuclear Energy and the fossil fuels*, API, 1956.
- [5] G.H. Hardy, *Apologia di un matematico*, Garzanti, 2007.
- [6] G. Moore, *Electronic Magazine*, 1965, **11**, 4.
- [7] S. Carrà, *Il percorso dello sviluppo: ruolo costruttivo dell'energia*, FEEM, 2013.
- [8] M. Brooks, *NewScientist*, 2013, **219**, 36.
- [9] Are the "fire ice", methane hydrate the new fracking, *NewScientist*, 28 August, 2013.
- [10] V. Smil, *American Scientist*, 2011, **99**, 212.
- [11] R.H. Carlson, *Biology is Technology*, Harvard University Press, 2010.
- [12] S. Atsumi *et al.*, *Nature*, 2008, **451**, 86.
- [13] A.J. Wargacki *et al.*, *Science*, 2012, **335**, Jan., 208.
- [14] P.R. Erlich, *The population bomb*, The Buccaneer Books, 1968.
- [15] L. Weinstein, J. Adam, *Guesstimation*, Princeton University Press, 2008.
- [16] G. Vico, *Principi di scienza nuova*, Mondadori, 2011.
- [17] J.M. Keynes, *Il Saggiatore*, 1968.
- [18] *Improving Knowledge of Greenhouse Gases*, G-Science Statement, Washington, 2012.
- [19] R.R. Mc Kittrick, *Economic analysis of environmental policy*, University of Toronto Press, 2010.
- [20] N. Lane, *Oxygen*, Oxford University Press, 2002.
- [21] S. Pinker, *The better angels of our nature, why violence declined*, Viking, 2011.
- [22] J.D. Sachs, *Il bene comune*, Mondadori, 2008.
- [23] S. Carrà, *Ricerca scientifica e tecnologia: l'incerta alleanza*, il Mulino, 2013.
- [24] N. Ferguson, *Il grande declino*, Mondadori, 2013.



di Norberto Masciocchi^a,
Simona Galli^a,
Antonietta Guagliardi^b
^aDipartimento di Scienza
e Alta Tecnologia
Università dell'Insubria
^bIstituto di Cristallografia
IC-CNR e To.Sca.Lab

IL CONGRESSO INTERNAZIONALE DI CRISTALLOGRAFIA MISSCA 2013

Lo scorso settembre, a pochi mesi dalla celebrazione dell'Anno Internazionale della Cristallografia, si sono ritrovati a Como circa 230 ricercatori provenienti da più di 15 Paesi per presentare, in occasione del congresso internazionale organizzato dalle Associazioni di Cristallografia Italiana, Spagnola e Svizzera, i più recenti studi cristallografici condotti in ambiti altamente differenziati.

Questo breve resoconto intende illustrare gli argomenti trattati durante il congresso, le prospettive future della ricerca europea in ambito cristallografico e le sue ricadute in diversi settori della chimica, della fisica, delle scienze dei materiali e della terra, della biologia e della tutela del patrimonio culturale, a livello accademico e industriale.



L'UNESCO ha recentemente deliberato che il 2014 sarà l'Anno Internazionale della Cristallografia. In tale occasione si celebrerà, inter alia, il centenario dell'assegnazione del premio Nobel per la Fisica a Max von Laue per la scoperta della diffrazione dei raggi X da parte dei cristalli, seguito, l'anno successivo, da quello conferito a William Henry e William Lawrence Bragg (padre e figlio, rispettivamente) per la determinazione sperimentale delle prime strutture cristalline tramite i raggi X. Le straordinarie osservazioni e i potenti modelli teorici di von Laue e dei Bragg hanno aperto la porta a un secolo di cristallografia strutturale basata sulla diffrazione di raggi X, neutroni ed elettroni, mediante la quale si sono sviluppati le teorie e i metodi sperimentali utilizzati ancora oggi per la profonda comprensione dell'organizzazione degli atomi nello stato solido (cristallino).

Poco prima dell'inizio di questo anno di celebrazioni, le Associazioni di Cristallografia Italiana, Spagnola e Svizzera (Fig. 1), facendo seguito a una tradizione di con-

gressi congiunti iniziata nel 2007 a Copanella di Staletti (CS) e continuata nel 2010 a Oviedo, hanno nuovamente unito i propri sforzi: il risultato di questa sinergia è la partecipazione di 230 ricercatori (Fig. 2 e 3) al congresso internazionale MISSCA 2013 (*Meeting of the Italian, Spanish and Swiss Crystallographic Associations*), svoltosi nella splendida cornice della settecentesca Villa Olmo di Como all'inizio del mese di settembre 2013.

La scelta della sede ospitante è stata dettata dalla disponibilità dei cristallografi dell'Università dell'Insubria e dell'Istituto di Cristallografia del CNR (sede di Como), che hanno messo a disposizione del MISSCA 2013 anche le risorse umane per un'efficace e capillare organizzazione dell'evento (Fig. 4).

Dei circa 200 contributi presentati durante le quattro giornate del congresso, 5 sono state le relazioni plenarie, più di 60 le presentazioni orali e più di 100 le presentazioni in forma di poster.



Fig. 1 - Da sinistra a destra: i simboli delle Associazioni di Cristallografia Italiana, Svizzera e Spagnola e quello della sede ospitante, l'Università dell'Insubria



Fig. 2 - Il pubblico di uno dei tanti microsimepos del congresso MISSCA

Conferenze plenarie

Le conferenze plenarie, di ampio respiro, hanno permesso di valorizzare ambiti di ricerca altamente differenziati, di elevato interesse scientifico e tecnologico.

Stuart Parkin (IBM Almaden Research Center, San José) ha presentato un'interessante relazione intitolata *Turning insulators into metals!*, spiegando che film di ossidi di metalli di transizione, virtualmente isolanti, se soggetti a intensi campi elettrici e in presenza di liquidi ionici, possono cambiare drammaticamente le loro proprietà di conduzione elettrica, aprendo la via a nuovi sistemi elettronici di immagazzinamento e trasporto di informazione, rapidi e a bassa potenza. In *Mechanisms to regulate the cellular concentration of the bacterial second messenger c-di-GMP*, Tilman Schirmer (Universität Basel) ha illustrato i meccanismi molecolari che governano la sintesi e la degradazione del messaggero secondario c-di-GMP, studiati con tecniche avanzate di biologia strutturale e funzionale. Carlo Gatti (ISTM-CNR, Milano) ha invece presentato una relazione plenaria dal titolo *Chemical bonding in crystals: charge density and beyond*, illustrando le basi teoriche e lo sviluppo storico degli studi sulla densità elettronica, nonché alcuni esempi paradigmatici sull'interpretazione chimico-fisica di anomalie strutturali tramite il formalismo di partizionamento topologico. L'ultima giornata ha beneficiato di due presentazioni plenarie, di Sakura Pascarelli (ESRF, Grenoble), con *Investigating extreme states of matter by X-ray absorption spectroscopy*, e di Cristobal Viedma-Molero, con *Chiral crystallization with nonclassical crystal growth and enantiodiscrimination through oriented attachment*.

Pascarelli ha parlato di esperimenti all'avanguardia condotti su metalli e ossidi metallici in condizioni di pressioni estreme, per mimare le reazioni chimiche che avvengono al centro della terra o studiare la modulazione delle proprietà magnetiche di materiali di interesse tecnologico; Viedma-Molero ha descritto processi spontanei di enantioselezione durante la cristallizzazione mediata da cluster nanostrutturati o da cristalli micro-millimetrici preformati, attraverso un processo di riconoscimento di chiralità e struttura cristallina.

Microsimepos tematici

Durante il congresso, le diverse tematiche di ambito cristallografico sono state affrontate in ben 12 microsimepos, caratterizzati dai seguenti titoli:

- MS1 - Macromolecular Assemblies and Viruses
- MS2 - Structure and Properties of Organic and Inorganic Thin Films
- MS3 - Frontiers in Instrumentation
- MS4 - Molecular Compounds and Intermolecular Interactions
- MS5 - Membrane Proteins and Drug Design
- MS6 - Aperiodic, Nano- and Defective Materials
- MS7 - Quantum Crystallography
- MS8 - Industrial, Forensic and Heritage Crystallography
- MS9 - Crystallography at Non-ambient Conditions
- MS10 - Crystallography for Intelligent Materials
- MS11 - Advances in Crystal Growth and Crystallization Methods
- MS12 - Advances in Polarized X-rays and in Magnetic Neutron Diffraction

Tra i contributi presentati su invito in queste sessioni, segnaliamo gli interventi di Maria Solà (IBMB-CSIC, Barcelona, *TFAM: a highly flexible system to modulate mitochondrial DNA*); Frank Schreiber (Eberhard Karls Universität, Tübingen, *Real-time X-ray scattering studies of thin film growth*); Ian K. Robinson (London Centre for Nanotechnology, *Opportunities for coherence in crystallography*); Berta Gómez Lor (Instituto de Ciencia de Materiales, Madrid, *Semiconducting triindoles: tuning the crystallographic packing and transport properties through CH- π interactions*); Michael Hennig (Hoffmann - La Roche Ltd., Basel, *Structural biophysics of membrane proteins to facilitate drug discovery*); Antonio Cervellino (Paul Scherrer Institut, Villigen, *Structure, microstructure and surface superstructure of magnetite/maghemite nanoparticles*); Julia Contreras-García (Université Pierre et Marie Curie, Paris, *NCI: analysis of weak interactions in solids from the electron density*); Miguel A.G. Aranda (Universidad de Malaga e CELLS-ALBA, Barcelona, *From firing ancient potteries to clinkering new eco-cements. Powder diffraction for all-time materials*); Andrzej Grzechnik (Technische Hochschule, Aachen, *Mixed-valence vanadates at extreme conditions*); Stefan Kaskel (Technische Universität Dresden, *New Metal-Organic Frameworks with high porosity and well defined functionality for gas adsorption, separation, and catalysis*); Francesca P.A. Fabbiani (Georg-August Universität, Göttingen, *Crystallisation and structure determination of imidazolium-based room-temperature ionic liquids*); Emilio Lorenzo (ESRF, Grenoble, *Polarized X-rays and magnetic neutron diffraction: key experiments to unravel complex orders in Nature*).

Tra gli altri interventi orali, ci permettiamo di segnalare, in una lista non esaustiva, quelli che hanno maggiormente suscitato l'interesse del pubblico dei congressisti: Evelyn Moreno-Calvo (Institut de Ciència de Materials, Barcelona, *Quatsomes: vesicular structures formed by self-assembly of sterols and quaternary ammonium surfactants*); Fabiola Liscio, (IMEM-CNR, Bologna, *Control of octathiophene fibers orientation fabricated by lithographically wetting process*); Jürg Sche-



Fig. 3 - Esempio reale di una transizione irreversibile ordine-disordine

fer (Paul Scherrer Institut, Villigen, *HEIMDAL: a time-of-flight neutron powder diffractometer going beyond today's designs by offering additionally a SANS and an imaging option*); Alessia Bacchi (Università di Parma, *Crystals form landscapes of organometallic catalysts precursors*); Sam Yong Park (Yokohama City University, *The structural basis for an essential subunit interaction in influenza virus RNA Polymerase*); Federica Bertolotti (Università dell'Insubria e To.Sca.Lab, Como, *Silver and copper nitropyrzates: a case of highly defective crystals characterized by the Debye Function Approach*); Piero Macchi (Universität Bern, *Calculation of crystal optical properties from molecular electron density*); Ewa Patyk (Uniwersytet Adama Mickiewicza, Poznań, *Compressed stacking in pyrimidine and pyrazine*); José Manuel Delgado López (IAC-SCIC, Granada, *Bioinspired apatite nanocrystals functionalized with monoclonal antibodies for targeted cancer therapy*); Naomi E. Chayen (Imperial College London, *Smart materials for protein crystallization*); Olha Sereda (Centre Suisse d'Electronique et Microtechnique, Neuchâtel, *Materials for hydrogen storage: their XRD investigations*); Alessandro Bombardi (Diamond Light Source Ltd., *Recent results from X-ray resonant and non-resonant magnetic diffraction on functional materials*).

Altri interventi

Come in altre occasioni, sono stati assegnati alcuni prestigiosi premi per diverse tipologie di attività scientifiche a laureandi, dottorandi e scienziati di chiara fama; tra questi riconoscimenti, citiamo il premio intitolato alla memoria del Prof. Nardelli (Università di Parma), assegnato alla giovane ricercatrice Laura Cendron (Università di Padova, *Structural and functional studies on HydF, an enzyme with a key role in the maturation of the [FeFe]-hydrogenase catalytic core*); il premio alla carriera (intitolato alla memoria del Prof. Mammi, Università di Padova), conferito a Roberta Oberti (IGG-CNR, Pavia, *Chipping, baking and squeezing amphiboles (and more): the importance of crystal-chemical models*); la medaglia MISCA a Juan Manuel Garcia Ruiz (IAC-SCIC, Granada), che ha presentato un'interessantissima e affascinante conferenza plenaria dal titolo *Crystals and (my) life*.

A completamento dell'evento, sono state organizzate tre sessioni speciali su temi di grande attualità, che hanno coinvolto il pubblico con interventi mirati e discussioni aperte sul presente e sul futuro di specifici

ambiti di interesse scientifico, applicativo e didattico: nello specifico, si sono svolte una tavola rotonda dedicata alla biocristallografia, curata da Giuseppe Zanotti (Università di Padova) e da Armando Albert (IQC-CSIC, Madrid); una incentrata sul grafene, organizzata da Michele Saviano (IC-CNR, Bari); una sulle iniziative delle tre Associazioni di Cristallografia per celebrare l'Anno Internazionale, gestita da Michele Zema (International Union of Crystallography e Università di Pavia) e da Fermín Otálora (IAC-SCIC, Granada).

Significativamente, ha partecipato ai lavori del congresso anche una decina di sponsor commerciali, molti dei quali hanno avuto la possibilità di presentare i loro prodotti più recenti e di più alta tecnologia a un pubblico interessato, grazie all'organizzazione di sessioni dedicate.

Conclusioni

In conclusione, gli argomenti trattati nelle diverse presentazioni testimoniano la vivacità e la trasversalità della cristallografia in ambiti differenziati, con ricadute applicative non indifferenti: dalle nanotecnologie (elettronica organica, memorie allo stato solido, *drug delivery*), a importanti prodotti di larga diffusione (cementi, vetri, batterie), alle scienze della vita (farmaci, proteine e medicina rigenerativa) e della terra (aspetti mineralogici e petrografici) e alla tutela dell'ambiente e dei beni culturali. In particolare, la provenienza accademica o industriale dei vari relatori, che si colloca ben oltre i confini delle tre Associazioni co-organizzatrici del congresso MISSCA 2013, ha permesso lo svolgimento di un evento scientifico e culturale di livello europeo. Pertanto, questo congresso ha inaugurato l'Anno Internazionale della Cristallografia con una succosa anticipazione della serie di eventi che si stanno organizzando a livello nazionale e internazionale. Tali eventi avranno carattere divulgativo per essere indirizzati alle scuole superiori e a un pubblico più vasto: convegni, rassegne e pubblicazioni didattiche, come la mostra itinerante denominata "CRISTALLI!" che, inizialmente allestita presso le sale espositive del Centro di Ateneo per i Musei dell'Università di Padova, sarà in parte ospitata in altre città, quali Como, Modena, Firenze, Napoli e Cosenza.



Fig. 4 - Giovani (e meno giovani) del team organizzatore comasco



di Gianluca Giorgi
Dipartimento di Chimica
Università di Siena
gianluca.giorgi@unisi.it

2MEMED-MASSA 2013

Nei giorni 30 giugno-4 luglio 2013 si è tenuto a Siena il "2nd Middle Eastern and Mediterranean Sea Region Countries Mass Spectrometry Workshop" congiunto con "MASSA 2013", convegno annuale della Divisione di Spettrometria di Massa della Società Chimica Italiana (DSM-SCI).

Il workshop, organizzato dalla DSM-SCI e patrocinato dalle Società di Spettrometria di Massa di Israele, Romania, Russia, Grecia, Portogallo, ha avuto partecipanti da università, centri di ricerca pubblici e privati e industrie provenienti da dieci nazioni diverse, da Singapore... alla Svezia.

Notevole anche la partecipazione di giovani ricercatori, dieci dei quali hanno usufruito di borse di studio erogate dalla Divisione di Spettrometria di Massa della Società Chimica Italiana.

Organizzato in conferenze plenarie, comunicazioni orali e poster, il 2MeMed-MASSA 2013 ha avuto una partecipazione estremamente attiva in tutte le sessioni.

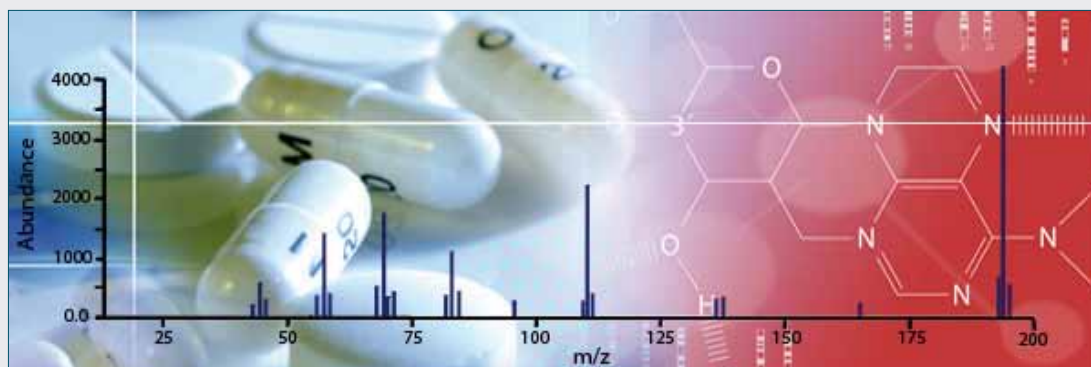
Le conferenze plenarie che hanno caratterizzato le varie sessioni hanno spaziato dalle applicazioni della spettrometria di massa in ambito clinico (A. Zamfir, Romania), a quelle in microbiologia e virologia (G. Allmaier, Austria), dalla proteomica (R. Zubarev, Svezia e Rob J. Beynon, UK) e glicoproteomica (A. Rizzi, Austria) alle nuove frontiere nella spettrometria di massa in alta risoluzione (E. Nikolaev, Russia), dalle applicazioni in ambito farmaceutico (A. Tsarbooulos, Grecia) a quelle ambientali (A.T. Lebedev, Russia) e agli aspetti fondamentali della chimica ionica in fase gassosa (J.C. Tabet, Francia).

Ottimo il livello scientifico delle comunicazioni orali e poster. La partecipazione delle aziende costruttrici la strumentazione ha permesso di avere un aggiornamento sulle ultime novità strumentali.

La collaborazione con le varie società di spettrometria di massa europee, l'elevata qualità scientifica dei contributi, la partecipazione attiva e l'entusiasmo di tutti i partecipanti, l'atmosfera informale e le attività sociali hanno portato a un buon successo dell'iniziativa.

Il workshop è stato anche l'occasione per celebrare i cento anni della spettrometria di massa: infatti un secolo è trascorso dal primo lavoro di Joseph John Thomson "Rays of positive electricity" pubblicato nel 1913, passando dallo studio delle particelle elementari alle applicazioni della spettrometria di massa nella caratterizzazione delle piccole molecole fino alle macromolecole biologiche.

La terza edizione del "Middle Eastern and Mediterranean Sea Region Countries Mass Spectrometry Workshop" si terrà in Grecia nel 2015.



ATTUALITÀ



Ferruccio Trifirò
Member of Scientific Advisory Board of OPCW



THE TWO FACES OF ARSENIC COMPOUNDS

UNDER CONTROL OF OPCW AND REACH

Compounds of arsenic can be used to produce chemical weapons and other products which can be cancerogenic cat. 1A, therefore these products on the market must be under control. At present arsenic compounds are under the control of OPCW and ECHA. In the past, the main use of arsenic compounds was for pesticides production; now it is for electronic, glass production and metallurgy.

At present arsenic compounds are under the control of both the Organization for Prohibition of Chemical Weapons (OPCW) and the European Chemical Agency (ECHA), this last for the application of Reach regulation.

Arsenic is the 20th most abundant element in the earth's crust, 14th in the seawater, and 12th in the human body and is a component of more than 245 minerals.

As a mineral it is present as oxide, sulphides together with other elements (Fe, Cu), diarsenic disulphide of copper, nickel, lead, cobalt, and other metals, and arsenide (Ni arsenide etc.). The production of arsenic in the world, expressed as amount of As₂O₃ produced, is about 55,000-60,000 t/y, 50% is coming from China, then from Chile, Morocco and Peru and, in smaller amount, from many other countries (as Belgium etc.) [1, 3].

The two faces of arsenic compounds

Arsenic has been known and used in Persia and elsewhere since ancient times. Inorganic arsenic compounds were widely used as pesticides from mid 1800s to mid 1900s and in medicine; up to the 1970s

about 80% of the consumption of arsenic was for agriculture purpose. At present, agricultural use of arsenic is declining, compounds of arsenic are used commercially and industrially as alloying agents in the manufacture of transistors, lasers and semiconductors, as well as in the processing of glass and metals. Arsenic has proven to be potentially useful in cancer treatment and could show some promise in the ongoing battle against cancer.

The negative aspects of arsenic compounds are the following:

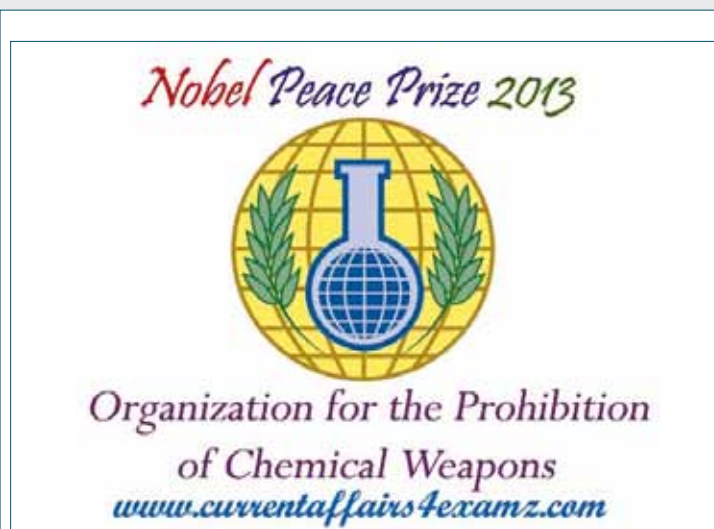
- 1) all the arsenic compounds are cancerogenic cat. 1A (it is proved that they are cancerogenic for humans);
- 2) lewisite is a well known chemical weapon composed with arsenic, acting as a vesicant (blister agent) and lung irritant;
- 3) during the Vietnam War the United States also used Agent Blue, a mixture of sodium cacodylate and dimethyl arsenic acid, as a herbicide;
- 4) there is a strong contamination by arsenic compounds of ground water especially in China, Nepal, India, Bangladesh, Mexico and Argentina. This poisoning is a world wide problem, but this pollution is not due to the use of arsenic based products, but mainly from con-

taminations due to the fact that arsenic compounds are byproducts in many industrial processes, such as coal combustion and several metal refining and present volcano emissions.

Arsenic compounds under control of OPCW

Each country that belongs to OPCW must destroy all chemical weapons it owns or possesses, as well as all chemical weapons it may have abandoned in another country. It must destroy facilities it owns or possesses which were involved in the production of chemical weapons [4-7]. Several countries have declared chemical weapons, amounting to nearly 70,000 metric tones of toxic agents in 8.6 million munitions and containers. The biggest arsenals that must be destroyed are in Russia and United States. Member countries must take care that the destruction process cannot harm people or the environment. Also OPCW regularly inspects all former chemical weapons production facilities declared by Member States in order to verify that

they are all shut down and destroyed, or converted for peaceful purposes. OPCW is additionally required to monitor the destruction of chemical weapons that are old or deteriorated or that were abandoned by one country on the territory of another. 81.71% of the world's declared stockpile of 71,196 metric tons of chemical agent have been verifiably destroyed. 57.32%, of the 8.67 million chemical munitions and containers covered by the CWC have been verifiably destroyed. From Entry into Force of the CWC (April 1997) until 09/30/2013, OPCW has conducted 5,286 inspections on the territory of 86 States Parties, including 2,731 inspections of chemical weapon-related sites, 228 chemical weapon-related sites have been inspected out of the total declared, 100% of the declared chemical weapons stockpiles have been inventoried and verified and 100% of the declared chemical weapons production facilities have been inactivated. Another objective of OPCW is to control all chemical productions in order to avoid that they can be transformed to produce chemical weapons.



The Nobel Prize for Peace 2013 was awarded to the Organization for the Prohibition of Chemical Weapons "for its extensive efforts to eliminate chemical weapons".

The decision by the Nobel Committee to bestow this year's Peace Prize on the OPCW is a great honour for our Organisation. We are a small organisation which for over 16 years, and away from the glare of international publicity, has shouldered an onerous but noble task - to act as the guardian of the global ban on chemical weapons that took effect in 1997. That year, a hundred-year effort was crowned with success as the Chemical Weapons Convention entered into force. Our organization was tasked to verify the elimination of chemical weapons from the world and to encourage all nations to adhere to this hard-earned norm. We have since then worked with quiet determination to rid the world of these heinous weapons - weapons which have been used to horrific effect throughout the twentieth century, and, sadly, in our own time too. Events in Syria have been a tragic reminder that there remains much work yet to be done. Our hearts

go out to the Syrian people who were recently victims of the horror of chemical weapons. Today we are engaged in work which is meant to ensure that this atrocity is not repeated. Never in the history of our organisation have we been called on to verify a destruction program within such short timeframes - and in an ongoing conflict. We are conscious of the enormous trust that the international community has bestowed on us. Working to realize the vision of a world free of chemical weapons, we rely on the expertise, professionalism and dedication of our staff - qualities that have been forged through a solid record of achievement. This would clearly not be possible without the steadfast support and commitment of our States Parties. The recognition that the Peace Prize brings will spur us to untiring effort, even stronger commitment and greater dedication. I truly hope that this award, and the OPCW's ongoing mission together with the United Nations in Syria, will help broader efforts to achieve peace in that country and end the suffering of its people.

The director general of OPCW

Ahmet Üzümcü



The chemical products have been divided in three classes.

Schedule 1 chemicals include those that have been or can be easily used as chemical weapons and which have very limited, if any, uses for peaceful purposes. Some Schedule 1 chemicals are used as ingredients in pharmaceutical preparations or as diagnostics, as a calibration standard in monitoring programmes for paralytic shellfish poisoning, and are also used in neurological research. Arsenic chemical weapons compounds have been employed as a bio-medical research tool and they are usually produced and used for protective purposes, such as for testing CW protective equipment and chemical agent alarms.

Schedule 2 chemicals include those that are precursors to, or that in some cases can themselves be used as, chemical weapons agents, but which have a number of other commercial uses (such as ingredients in resins, flame-retardants, additives, inks and dyes, insecticides, herbicides, lubricants and some raw materials for pharmaceutical products).

Schedule 3 chemicals include those that can be used to produce, or can be used as, chemical weapons, but which are widely used for peaceful purposes.

In Schedule 1 there are the following compounds of arsenic: Lewisite 1 (2-chlorovinylchloroarsine); Lewisite 2 (bis(2-chlorovinyl)chloroarsine); Lewisite 3 (tris(2-chlorovinyl)arsine).

In Schedule 2 it is present arsenic trichloride. Sources from China revealed that arsenic residues from chemical weapons that Japan used during World War II have not been properly disposed of and are still on Chinese soil. There have been calls for the toxic materials to be sent back to Japan, as it is feared that it could leak into the soil and cause health issues.

To have an idea of interest of science about chemical weapons we shall report some informations about lewisite. In scientific literature under the word "lewisite" are present 1,146 references from 1949 to 2013, in particular in 2004-2005 there are 35 references.

Within these 35 references 17 papers are on analytical aspects, 11 papers on biomedical aspects and 7 papers on decontamination.

Moreover there is another group of products under control, the so called *Discrete Organic Chemicals*, whose production plants could be used for production of chemical weapons.



Arsenic compounds under Reach

ECHA, the European agency for chemistry has evidenced substances called SVHC (Substances with Very High Concern) [8, 9], which are those with several negative properties for humans, animals and environment: carcinogenic or mutagenic or toxic to reproduction (CMR), according to the new classification, labelling and packaging of chemical substances and mixtures, the so-called CLP Regulation classified CMR category 1a or 1b; or persistent, bioaccumulative and toxic (PBT), or very persistent and very accumulative (vPvB), or identified, on a case-by-case basis, from scientific evidence as causing probable serious effects to human health or environment of an equivalent level of concern as those above (e.g. endocrine disrupters). The substances SVHC are inserted in the Candidate list, and their number is 138. The consumer and downstream users of the products which contain substances SVHC must be informed of their presence and industry must be prepared to find alternatives

because it is very likely that there will be some restrictions in their use in a near future. In fact, these substances can be transferred to the Authorization list, in order to be eliminated from the market or used after a date to be set (the so-called "sunset date") unless the company is granted by an authorization. Arsenic compounds in the Candidate list are: arsenic acid, diarsenic trioxide, trilead diarsenate, diarsenic pentaoxide, calcium arsenate, triethyl arsenate and hydrogen lead arsenate. All of them are carcinogenic cat. 1a. At present, in the Authorization list are present only diarsenic trioxide and diarsenic pentoxide with sunset date 05/21/2015, while arsenic acid has been proposed to be inserted in this list by 2013.



Arsenic compounds in the Candidate list

The uses of all these arsenic compounds present in the Candidate list will be reported in this note. The use of arsenic as wood preservative in Europe is forbidden but is still used in some countries, while it is used in Europe in some electronic and special glass applications. In Europe there is a consortium of 7 industries interested in the registration of arsenic compounds for Reach regulations, whose headquarter is in Berlin at Wirtschaftsvereinigung metalle. The Consortium consists of a number of EU and international companies showing interest in joint activities regarding the registration of the following compounds of arsenic under Reach: arsenic metal, tricalcium diarsenate, diarsenic trioxide, gallium arsenide, tricopper arsenide, trilead diarsenate and possible arsenic chloride.

Arsenic acid

Arsenic acid (H_3AsO_4) is used as fining agent in the manufacture [10] of speciality glass for removing bubbles from the glass melt. The addition of arsenic acid releases oxygen late in the fining process which makes bubbles more easily absorbed by the melt. Arsenic acid is used for domestic glass but also in the industrial special glass interchangeably with As_2O_3 . A minor use (in the range of grams per year) appears to be as analytical standard in laboratories. It is used also for the fabrication of double and multi-layer printed circuit boards for electronic devices, telecommunication equipment and consumer appliances in the form of elemental arsenic (As) on the surface of the copper foil. Arsenic from arsenic acid is present in the final article (not arsenic acid itself), mostly in concentration $<0.1\%$. Release of arsenic from the article is considered insignificant as the surface of the circuit boards is lacquered.

Arsenic acid is imported in Europe from 100 to 1,000 t/y, no production sites are present in Europe. Arsenic acid is used as processing agent but not as an intermediate. Arsenic acid is still widely used as a biocide for wood preservatives in countries outside EU, and some import with treated wood may take place. About 97% of the total ton-



nage is used as fining agent in the manufacture of speciality glass for removing bubbles from the glass melt. Due to concerns over the use of arsenic compounds, there are various other established alternative substances including: sodium sulphate (used in lead crystal), antimony trioxide (used in lead crystal), sodium/potassium nitrates with antimony trioxides (used in special glasses) and cerium oxide.

Tricalcium diarsenate

Tricalcium diarsenate ($\text{Ca}_3\text{As}_2\text{O}_8$) is generated in various metallurgical processes [11] in amount of 100-1,000 t/y in Europe from smelting and refining of nonferrous metals. By the decreasing of the use of arsenic compounds in the world, the amount of calcium arsenate disposed of as waste would probably increase. The main use of tricalcium diarsenate is in the manufacturing of diarsenic trioxide (As_2O_3) and in lesser amount as precipitating agent in copper smelting, and is not used in consumer products, but the higher amount is disposed as waste.

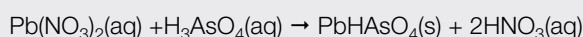
Trilead diarsenate

Trilead diarsenate ($\text{Pb}_3\text{As}_2\text{O}_8$) is imported in Europe [12] in an amount of 10-100 t/y and its main uses are as intermediate in the production of diarsenic trioxide obtained from smelting and refining of nonferrous metals used for manufacture of copper, lead and a range of precious metals.

Trilead diarsenate is not used by downstream users or present in any consumer products. The trilead diarsenate is imported in complex by-products from smelting and refining of nonferrous metals. A substitution of diarsenic trioxide would result in a larger part of the arsenic in the trilead diarsenate ending up in waste from the metal recovery processes.

Lead hydrogen arsenate

Lead hydrogen arsenate (PbHAsO_4) was used in the past [13] as insecticide, wood preservative, plant growth regulator and rodenticide and prepared from





It is unlikely that there is any production of this compound within the EU and in US. No manufacture or import of lead hydrogen arsenate has been identified in the EU.

Triethylarsenate

Triethylarsenate [$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}_3\text{AsO}$] [14] is used as wood preservative and may potentially be used in the fabrication of integrated circuits (there is no production of triethyl arsenate within the EU). Only very small quantities (less than 100 kg per year) of triethyl arsenate has been developed for use in specialised doping applications for semi-conductors. Use of triethyl arsenate as intermediate in electronic (semi-conductor) applications is exempt from authorisation.

Trilead diarsenate

Trilead diarsenate ($\text{Pb}_3\text{As}_2\text{O}_8$) is present [15] in complex raw materials from smelting and refining of nonferrous metals used for manufacture of copper, lead and a range of precious metals. The raw materials are to some extent imported from countries outside EU. Registered quantities of trilead diarsenate manufactured are in the range of 10-100 t/y. According to the Arsenic Consortium the decreasing markets and use of arsenic compounds over the last decades let most copper and lead producers decide to eliminate the arsenic impurity from byproducts through the disposal of the waste trilead diarsenate be considered an intermediate in the production of diarsenic trioxide. Trilead diarsenate is imported in complex byproducts from smelting and refining of nonferrous metals. A part of the arsenic in the trilead diarsenate ultimately ends up in diarsenic trioxide. Trilead diarsenate is not used by downstream users or present in any consumer products. A substitution of diarsenic trioxide would result in a larger part of the arsenic in the trilead diarsenate ending up in waste from the metal recovery process. Large quantities of other arsenic compounds, generated as byproducts from metallurgical processes, are today disposed off as waste. Diarsenic trioxide may be manufactured without the use of trilead diarsenate as raw material.

Arsenic compounds in Authorization list

Diarsenic trioxide (As_2O_3) is the major source of arsenic [16] and is obtained to some extent as a byproduct of smelting and refining of copper, lead, cobalt, and gold ores, but mostly from copper production



and in a smaller quantity from lead production. In Europe its use as a wood preservative is forbidden but it is still used in some countries. Arsenic oxide is produced in Europe in an amount of 1,820 t/y, 600 t/y are imported, 200 t/y are sent as waste and therefore about 2,200 t/y are used, about 700 t/y are consumed in Europe. The main uses of diarsenic trioxide seem to be in the manufacture of zinc by electrolysis and in glass production. In a lesser extent for manufacturing other chemicals and ultra-pure arsenic metal. In electrolysis applications As_2O_3 is added to zinc solution to precipitate metal impurities such as copper, cobalt, nickel and iron from solutions. Uses of arsenic for producing alloys are actually all based on arsenic metal. It is also used as a cytostatic in the treatment of refractory promyelocytic (M3) subtype of acute myeloid leukemia to treat it in patients who have not responded to other medications. It is also used as decolorizing agent for glass and enamels as refining and oxidizing agent for manufacturing special glass and lead crystal formulations. Elemental arsenic can be prepared by the reduction of diarsenic trioxide with charcoal.

Applications of arsenic metal in EU in the field of electronic is for (a) production of ultrapure gallium arsenide, (b) arsenic as a dopant, and (c) selenium based alloys. In all these applications diarsenic trioxide is claimed to be used under "strictly controlled conditions". About 150 t/y of As_2O_3 are used in the glass sector. In Italy it is used in Murano site, where about 80 manufactories, with about 800-1,000 workers, manufacture arsenic-containing art glasses. In this district the annual consumption of As_2O_3 is 8.2 t.

Diarsenic pentoxide [17] is estimated to be used in volume less than 210 t/y and can be synthesised by reacting diarsenic trioxide with oxygen under pressure or with oxidising agents, such as ozone, hydrogen peroxide and nitric acid or by dehydration of crystalline arsenic acid. Historically, diarsenic pentoxide was used in the production of chromated copper arsenate (CCA), a wood preservative. This use is now banned in Europe although one site still formulates CCA (for export) in amount of 100 t/y and there may be articles (with 'old' CCA treated wood) still being imported and/or reused. CCA is prepared from copper oxide or sulphate, chromium oxide or sodium chromate and diarsenic pentoxide. It is used in dying industry, in metallurgy (to harden copper, lead or gold in alloys), for manufacturing special glass and in wood preservation.

Conclusions

In the past we concentrated our attention mainly on the emission from chemical plants. Recent research indicates that hazardous chemicals can volatilize from consumer products during daily use, either directly to the air or in the form of contaminated dusts.

We can find contaminations from dresses, furniture, buildings, tools, instruments and products we use every day. These are called secondary pollutants.

We need research in the following directions:

- 1) stages of obtainment of safety data;
- 2) development of alternative screening to animal tests;
- 3) development of new processes and safer products.
- 4) improved flow of information down the supply chain;
- 5) sharing of knowledge and data on chemicals;
- 6) improved consumer confidence in chemicals;
- 7) stimulation of the industry for innovation.

Bibliografia

- [1] <http://cns.miiis.edu/npr/pdfs/black63.pdf>
- [2] <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-6.pdf>
- [3] www.epa.gov/ttnatw01/hlthef/arsenic.html
- [4] www.opcw.org/
- [5] www.opcw.org/chemical-weapons-convention/about-the-convention/
- [6] <http://www.opcw.org/our-work/non-proliferation/>
- [7] www.opcw.org/our-work/non-proliferation/which-chemicals-are-controlled/
- [8] <http://echa.europa.eu/it/candidate-list-table>
- [9] <http://echa.europa.eu/addressing-chemicals-of-concern/authorisation/recommendation-for-inclusion-in-the-authorisation-list/authorisation-list>
- [10] http://echa.europa.eu/documents/10162/13638/suppdoc_arsenic%20acid_20111124_en.pdf
- [11] http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/svhc_axvrep_norway_cmr_calcium_arsenate_20110829_en.pdf
- [12] http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/svhc_axvrep_norway_cmr_trilead_diarsenate_20110829_en.pdf
- [13] http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/svhc_axvrep_norway_cmr_leadac_20083006_en.pdf
- [14] http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/svhc_axvrep_norway_cmr_trias_20083006_en.pdf
- [15] http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/svhc_axvrep_norway_cmr_trilead_diarsenate_20110829_en.pdf
- [16] http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/svhc_axvrep_france_cmr_trias_20083006_en.pdf
- [17] http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/svhc_axvrep_france_cmr_pentaas_20083006_en.pdf

Dedicated to High Quality Content



ChemPubSoc Europe

Its journals:



Its member societies:



www.chempubsoc.eu



M. Vittoria Primiceri
Studio Cavattoni-Raimondi
vittoria.primiceri@cavattoni-raimondi.com
Alessandro Piras
Dintec - Consorzio per l'Innovazione Tecnologica
piras@dintec.it

GIULIO NATTA FRA IL PREMIO NOBEL E LE BATTAGLIE BREVETTUALI IN USA

Mentre l'attività scientifica di Giulio Natta è universalmente nota e riconosciuta, molto di meno lo è quella di lui come inventore, o meglio, ben poco si sa dei suoi brevetti, quasi certamente a causa della scarsa cultura nell'ambito della proprietà industriale. Eppure, proprio grazie all'intensa attività brevettuale, le tecnologie studiate da Natta hanno permesso di creare realtà industriali atte a soddisfare le necessità di nuovi mercati. Nell'articolo è riportato per sommi capi l'esito del brevetto capostipite di Natta sul polipropilene isotattico negli Stati Uniti.

I polipropilene è una delle tre plastiche più diffuse al mondo (le altre sono il polietilene [PE] e il cloruro di polivinile [PVC]) e gli USA ne sono i maggiori consumatori, seguiti dalla Cina.

Prima del 1950 la sola forma conosciuta del polipropilene era quella amorfa, liquida a temperatura ambiente. Il polipropilene che conosciamo oggi è quello cristallino, isotattico, una struttura orientata nello spazio che gli conferisce le ben note caratteristiche di temperatura di fusione elevata (160 °C), di flessibilità, di resistenza agli acidi. Sappiamo tutti che un contributo fondamentale agli studi sulla struttura cristallina del polipropilene è dovuto a Giulio Natta. Fu nell'ambito dello studio dei composti poliacetilenici che Natta si imbatté nel problema dell'impiego degli elevati quantitativi di etilene e propilene, che derivavano come sottoprodotti e coprodotti e che, a quell'epoca, avevano limitate applicazioni.

Gli attori principali

Natta, Ziegler e il Max-Planck-Institute

Giulio Natta, allora direttore dell'Istituto di Chimica Industriale del Politecnico di Milano, lavorava in collaborazione con Montecatini (divenuta poi Montedison SpA) ed era interessato agli studi che stava effettuando Ziegler al Max-Planck-Institute, relativi, tra l'altro, alla polimerizzazione dell'etilene su catalizzatori di alluminio-alchili. Era il 1952 e secondo Natta gli studi di Ziegler potevano essere di interesse rilevante per Montecatini.

Nel gennaio 1953 Ziegler e Montecatini siglarono un accordo che garantiva a Montecatini una licenza esclusiva per l'Italia su "the conversion of olefins with the use of organometallic catalysts". La definizione del contratto era tale che un anno dopo non si capì se e in che

termini i catalizzatori sviluppati in quel periodo da Ziegler e i prodotti ottenuti (il polipropilene, appunto) ricadessero nell'ambito del contratto. Fatto sta che il *down payment* di 600.000 *Deutsch Marks* di Montecatini risultò estremamente allettante per Ziegler, soprattutto visto che il know how sull'argomento era ancora largamente incompleto e gli esperimenti, solo di laboratorio, scarsamente indicativi¹.

Il 13 novembre 1953 al Max-Planck-Institute venne eseguita una polimerizzazione di etilene che diede risultati straordinari in termini di rese e di caratteristiche del prodotto, per cui tre giorni dopo si decise di sostituire per la prima volta l'etilene con il propilene per verificare se così buoni risultati si potessero ottenere con un'olefina diversa; tuttavia il prodotto ottenuto fu solo un olio e la polimerizzazione del propilene esisteva, di fatto, ancora solo sulla carta, non essendoci una reale *reduction to practice*.

Il 17 novembre 1953 Ziegler depositò una domanda di brevetto in Germania per un processo di polimerizzazione dell'etilene (nessuna menzione del polipropilene) con catalizzatori particolari e suo intendimento era continuare la sperimentazione sullo sviluppo di catalizzatori e dei loro effetti sull'etilene.

In base agli accordi fra Ziegler e Natta, accettati da Montecatini e ribaditi nell'incontro dell'8 e 9 marzo 1954, Ziegler avrebbe sviluppato i catalizzatori, in particolare per la polimerizzazione dell'etilene, e Natta avrebbe realizzato le reazioni di polimerizzazione e caratterizzato dal punto di vista chimico-fisico i prodotti ottenuti. Due giorni dopo (11 marzo 1954) Natta indicò al suo collaboratore Chini di usare il propilene su catalizzatore $\text{TiCl}_4/\text{AlEt}_3$ e il giorno successivo un campione di polimero veniva analizzato ai raggi X, rivelando le caratteristiche tipiche di un polimero cristallino.

Nella sua visita a Ziegler nel maggio successivo, su richiesta di Montecatini, Natta non rivelò nulla degli esperimenti fatti, ma, da un discorso fatto cadere casualmente sull'argomento, Ziegler affermò dinanzi a testimoni: "*polypropylene does not work*".

L'8 giugno 1954 Montecatini depositava una domanda di brevetto in Italia sul polipropilene cristallino, indicando Natta come inventore, e ne dava notizia a Ziegler alla fine di luglio.

Il 13 luglio 1954 H. Martin, un collaboratore di Ziegler, polimerizzava il propilene, benché di peso molecolare non elevato e il 3 agosto 1954 venne depositata una corrispondente domanda di brevetto in Germania.

Il 10 dicembre 1954 Natta sottometteva un articolo sulla scoperta del polipropilene cristallino al *J. Am. Chem. Soc.*, che lo pubblicava il 20 marzo 1955. In quell'articolo Natta, non menzionando i catalizzatori usati, per primo definiva la configurazione stereoregolare della catena del polipropilene, ottenuta per polimerizzazione testa-coda o addizione 1-2 delle unità di propilene e tale da conferire cristallinità e le altre ben note caratteristiche al polipropilene.

Du Pont de Nemours

All'inizio del 1954, quando già si conosceva in parte il lavoro di Ziegler, un gruppo di chimici iniziò lo studio sulla polimerizzazione di alcune olefine e nell'agosto del 1954 Du Pont depositò una domanda

di brevetto² descrivendo e rivendicando la polimerizzazione di etilene e propilene attraverso l'uso di un catalizzatore della Basf, messo a punto da Max Fischer. Ma i prodotti erano oleosi e la reazione alquanto "capricciosa".

Sulla base di quella domanda di brevetto il *Board of Patent Interferences* dell'Ufficio Brevetti USA (USPTO) assegnò la priorità del polipropilene cristallino al 19 agosto 1954 per la Du Pont, ma le rese erano scarse e Du Pont stessa non considerò mai seriamente la produzione su larga scala del polipropilene.

Standard Oil Company

Nel 1950 i ricercatori stavano studiando gli effetti dei catalizzatori di ossido di molibdeno supportato su ossido di alluminio sulla polimerizzazione dell'etilene e di altre olefine, compreso il propilene. Probabilmente la data del 21 luglio 1950 potrebbe essere quella di "*conception*" dell'invenzione e una domanda di brevetto venne depositata nel 1951, indicando A. Zletz come inventore. Gli esperimenti sulla polimerizzazione del propilene vennero inseriti nella successiva domanda del 1953, ma questa fu abbandonata nel 1954 in favore della *continuation* del 15 ottobre 1954, che però non conteneva più questi esperimenti.

Gli esperimenti documentati condotti dalla Standard Oil dal 1950 e fra l'aprile e il luglio del 1953 non furono accettati come prova della priorità perché il prodotto non era stato né adeguatamente descritto né ne era stata riconosciuta un'effettiva *utility*. Il giudice Wright sentenziò che Standard Oil aveva la priorità del 15 ottobre 1954.

Phillips Petroleum Company

Nel 1951 Hogan e coll. seguivano la sperimentazione di un processo catalitico di conversione di olefine gassose. Uno dei loro esperimenti consisteva nel far passare propilene attraverso un tubo riempito di un catalizzatore a cui era aggiunto un sale di cromo. L'esperimento fallì perché il tubo fu intasato da una strana sostanza simile a cera. Nel maggio 1952 Hogan comunicò al suo *Patent Department* di aver messo a punto un processo per produrre polimeri di propilene³. La corrispondente domanda di brevetto fu depositata in USA il 27 gennaio 1953, ma non identificava un polipropilene cristallino né descriveva la formazione di un polipropilene isotattico in termini di allineamento dei metili nello spazio.

I ricercatori della Phillips, leggendo in seguito l'articolo di Natta, benché questo non facesse menzione del tipo di catalizzatore, utilizzarono i catalizzatori Ziegler e nella primavera del 1955 riuscirono a produrre un polipropilene isotattico, verificando che il loro precedente polipropilene, prodotto con il catalizzatore Marlex, aveva un peso molecolare medio troppo basso⁴, originando conseguentemente un prodotto di scarse qualità.

Phillips decise quindi di depositare una *continuation* della domanda di brevetto del '53, ben sapendo che essa non menzionava in alcun modo la parola "cristallino". Nel gennaio del '56 sempre la Phillips depositò una *Continuation In Part* con intervalli ampliati di tempera-

tura di fusione (da 115-138 °C a 115-160 °C) e di pesi molecolari (da 5.000-20.000 a 900-50.000) e con un esempio con il catalizzatore Ziegler.

L'interference ed altre peculiarità della legge brevettuale USA

Al tempo di questi fatti, secondo la legge brevettuale americana il diritto di sfruttamento di un'invenzione spettava non a chi avesse depositato per primo la corrispondente domanda di brevetto, ma a chi avesse realizzato per primo l'invenzione, secondo il principio del "first-to-invent"⁵, contrapposto a quello del "first-to-file" seguito nelle legislazioni di tutti gli altri Paesi del mondo.

A quel tempo, altre peculiarità, in breve, della legge USA erano le seguenti: una domanda di brevetto aveva effetto a partire dalla sua data di deposito, ma era tenuta segreta fino alla concessione, data alla quale si aveva la pubblicazione del brevetto, che durava 17 anni a partire dalla concessione⁶. L'iter di concessione, come vedremo, poteva essere prolungato di diversi anni in modo da prolungare di conseguenza la vita del brevetto. Questo allungamento dell'iter in genere avveniva con il deposito di domande di continuazione, dette *continuation o continuation in part* (CIP), che si riconducevano in tutto o in parte alla domanda originaria.

Altra peculiarità era la procedura di *interference*, che esiste tutt'ora e che viene in genere aperta dallo USPTO in presenza di domande di brevetto per invenzioni molto simili fra loro. Pertanto, quando lo USPTO si accorge che sono pendenti due o più domande di brevetto sullo stesso argomento, depositate entro un certo periodo di tempo, instaura la procedura di "Interference", volta a stabilire chi fra gli inventori delle domande di brevetto coinvolte abbia realizzato per primo l'invenzione. Chi riuscirà a dimostrare di aver inventato per primo otterrà il brevetto, mentre le altre domande di brevetto coinvolte saranno abbandonate.

La procedura di *interference* può essere molto complessa e durare vari anni. Ovviamente, il suo costo può risultare proibitivo, per cui solo se la posta in gioco è elevata vale la pena di andare fino in fondo. Nella maggior parte dei casi la controversia si risolve con un accordo fra le parti, in base al quale una parte abbandona la sua domanda in cambio di vantaggi, come ad esempio la concessione di licenza a condizioni favorevoli sul brevetto che verrà concesso all'altra parte. Qualunque accordo che faccia terminare l'*interference* deve essere depositato presso l'USPTO.

Proclamando l'*interference*, lo USPTO designa uno o più "Count in Interference" (il Count è una rivendicazione che riguarda l'invenzione). Il Count verrà concesso alla parte che risulterà aver realizzato concretamente per prima l'invenzione, la cosiddetta "actual reduction to practice". Oppure, può vincere la competizione la parte che dimostrerà di aver concepito per prima l'invenzione ("conception"), anche se l'ha realizzata dopo un'altra parte coinvolta, purché possa dimostrare di aver sviluppato diligentemente l'idea inventiva ("diligence"), fino all'"actual reduction to practice"⁷.

La procedura di *interference* è condotta secondo regole complesse, stabilite dalla legge e dalla giurisprudenza. Si può dire che ci siano essenzialmente due fasi: in una prima fase lo USPTO, esaminando le domande di brevetto coinvolte e le memorie presentate in contraddittorio dalle parti, stabilisce una graduatoria di priorità. Per esempio, lo USPTO decide che la parte A ("senior party") abbia, provvisoriamente, diritto all'assegnazione del Count, a meno che la parte B ("junior party"), nella seconda fase, possa dimostrare che il Count deve essere attribuito a lei. Spesso con la prima fase termina l'*interference*, se la "junior party" (che può essere più di una) si rende conto che non ha elementi per cambiare la situazione, per cui si ritira.

Se invece la "junior party" convince lo USPTO di poter ribaltare la graduatoria di priorità, si passa alla seconda fase, nella quale ogni parte presenta testimoni e documenti a supporto della propria tesi. Le testimonianze (cosiddette "deposition") avvengono in presenza degli avvocati delle parti e di un "Court Reporter", che ha il compito di far giurare i testimoni, autenticare i documenti presentati e registrare tutto quanto è detto nell'aula. Ogni testimone, dopo aver prestato giuramento, viene interrogato dall'avvocato della sua parte ("direct examination") e successivamente controinterrogato dagli avvocati delle parti avverse ("cross examination"). Tutto quanto detto è poi riportato nei verbali, giorno per giorno.

È da tener presente che la procedura può essere interrotta in qualsiasi momento per accordo tra le parti e, come detto sopra, tale accordo deve essere depositato allo USPTO.

Alla fine della seconda fase, il *Board of Patent Appeals and Interferences* dello USPTO, dopo aver letto le memorie conclusive e sentito le parti in un'udienza, decide a chi spetta il Count. Contro la decisione dello USPTO, le parti soccombenti possono appellarsi, ricorrendo ad una Corte Distrettuale. Contro la decisione di quest'ultima, c'è la possibilità di ricorrere alla Corte d'Appello Federale; a questa Corte si può ricorrere direttamente contro la decisione dello USPTO, senza passare attraverso l'appello alla Corte Distrettuale. Entrambe le procedure presentano pro e contro, da valutare caso per caso. Infine resta la possibilità di un ricorso alla Corte Suprema.

Fino al 1996 la possibilità di dimostrare di aver realizzato l'invenzione prima del deposito della domanda di brevetto era limitata alle invenzioni fatte negli USA. Per le invenzioni fatte fuori del territorio statunitense, valeva solo la data di priorità (se la domanda di brevetto prioritaria rispondeva ai requisiti richiesti per una domanda negli USA) e ciò costituiva un'evidente disparità di trattamento. Succedeva di frequente che brevetti riguardanti invenzioni importanti, pur essendo di proprietà di aziende non americane al di fuori degli USA, risultassero invece attribuite ad aziende americane negli USA, proprio come vedremo essere accaduto per il polipropilene di Natta⁸.

La disputa in USA

Nel 1958 dinanzi allo USPTO erano pendenti alcune domande di brevetto aventi ad oggetto la polimerizzazione del polipropilene ed il relativo prodotto cristallino. Lo USPTO dichiarò procedura di *inter-*

ference per determinare fra i contendenti quale fosse intitolato alla privativa sul polipropilene cristallino⁹.

Nessuna delle parti, né lo USPTO considerarono di includere i diritti di brevetto appartenenti a Karl Ziegler.

Compito dello USPTO era quello di accertare chi fra i contendenti avesse concepito (*"conception"*) e messo in pratica (*"reduction to practice"*) per primo l'invenzione nella procedura di interference sul polipropilene cristallino, il cui Count fu stabilito essere: *"Normally solid polypropylene, consisting essentially of recurring propylene units, having a substantial amount of crystalline polypropylene content"*.

Nessuna delle parti coinvolte poté dimostrare di aver concepito un'invenzione così complessa prima di averla concretamente realizzata e quindi tutta la battaglia riguardò la data in cui le parti, ottenuto il prodotto, ne avevano compresa la composizione (*"recurring propylene units... substantial amount of crystalline polypropylene content"*) in base a determinate analisi, realizzando così l'*"actual reduction to practice"*.

Le richieste delle Parti coinvolte e le corrispondenti date fondamentali da esse invocate erano:

- *Standard Oil*: priorità US dell'aprile '51 (non riconosciuta dallo USPTO). Riesce a risalire al marzo '54 come riconoscimento delle caratteristiche del prodotto, ma non dimostra *utility*;
- *Phillips*: priorità US del 27 gennaio '53 (non riconosciuta dallo USPTO)¹⁰. Chiede il riconoscimento dal '53 per la domanda di brevetto e dal '51 come *prior invention* (non riconosciuta dallo USPTO, ma riconosciuta in Appello);
- *Montecatini*: priorità IT dell'8 giugno 1954 (riconosciuta dallo USPTO)¹¹;
- *Du Pont*: priorità US del 19 agosto 1954 (riconosciuta dallo USPTO). Vorrebbe dimostrare *conception and diligence* dal Feb. '54 (non riconosciuta dallo USPTO in ragione del tipo di count).

Nel 1971 lo USPTO riconosce Montecatini come la *senior Party*¹² intitolata ad avere il *claim* più anteriore sul polipropilene. Le parti avverse appellano la decisione dinanzi alle Corti competenti.

Montecatini, quindi, vince l'*interference* davanti al PTO e nel '73 ottiene il brevetto sul polipropilene cristallino, ma perde l'Appello davanti alla DC del Delaware e perde l'Appello davanti alla Corte III di Circuito (Philadelphia).

Nel periodo fra i primi anni Settanta e i primi anni Ottanta le *litigation* continuarono a livello di azioni civili e, tra l'altro, Montedison fu pesantemente accusata di frodi e azioni scorrette a livello di prosecution del suo brevetto. Infine la *District Court*, pur confermando a Montedison la priorità dell'invenzione alla data del deposito del suo brevetto in Italia (8 giugno 1954), sostenne che la Phillips poteva andare indietro con la sua domanda al 27 gennaio 1953, sostenendo *enablement* a quella data¹³, contrariamente a quanto affermato dal *Board of Patent Interferences*, che invece aveva rigettato quella data sulla base del fatto che nella domanda del '53 della Phillips non era presente il termine *"crystalline"* e mancava la *"utility"* del prodotto. Tuttavia la *District Court* sostenne che la CIP del '56 soddisfaceva

questi requisiti, riferendosi al caso base del '53. In appello¹⁴ la *Third Circuit* confermò la precedente sentenza in quanto la domanda del '53 *"inherently disclosed that the polypropylene was crystalline"* e la descrizione soddisfaceva i requisiti di *"enablement"*.

Dopo la decisione della *Third Circuit* sulla procedura di *interference*, il brevetto venne concesso alla Phillips il 15 marzo 1983 e, prevedendo allora la legislazione una durata di 17 anni dalla concessione, il brevetto Phillips durò fino al 2000, producendo così i suoi effetti di monopolio per mezzo secolo in USA.

Il Nobel

Il polipropilene di Natta era migliore di quello di Hogan e la migliore qualità era da attribuire alla maggior lunghezza di catena ottenibile con i catalizzatori Ziegler rispetto al Marlex, ma in USA fu la Phillips a detenere il monopolio del mercato.

Non c'è traccia del fatto che Hogan o alcuno in Phillips abbia capito il meccanismo di produzione del polipropilene, mentre una spiegazione chiara dei risultati e della parte teorica è presente nell'articolo di Natta del 1955 su *JACS*. Tuttavia il brevetto venne assegnato alla Phillips che guadagnò centinaia di milioni di dollari anche se i produttori non usarono il catalizzatore Marlex ma quello di Ziegler.

A Natta rimase la vittoria scientifica, infatti fu insignito del Premio Nobel per la Chimica insieme con Ziegler nel 1963 ed il Prof. A. Freda¹⁵, nel suo discorso celebrativo affermò: *"Nature synthesizes many stereoregular polymers, for example cellulose and rubber. This ability has so far been thought to be a monopoly of Nature operating with biocatalyst known as enzymes. But now Professor Natta has broken this monopoly."*

In seguito, verso la fine degli anni Sessanta, il campo della polimerizzazione delle poliolefine fu rin vigorito da altre importanti scoperte, sempre italiane, nell'ambito della cosiddetta catalisi ad *"alta resa"*, che resero possibili notevoli risparmi energetici ed elevati vantaggi ecologici.

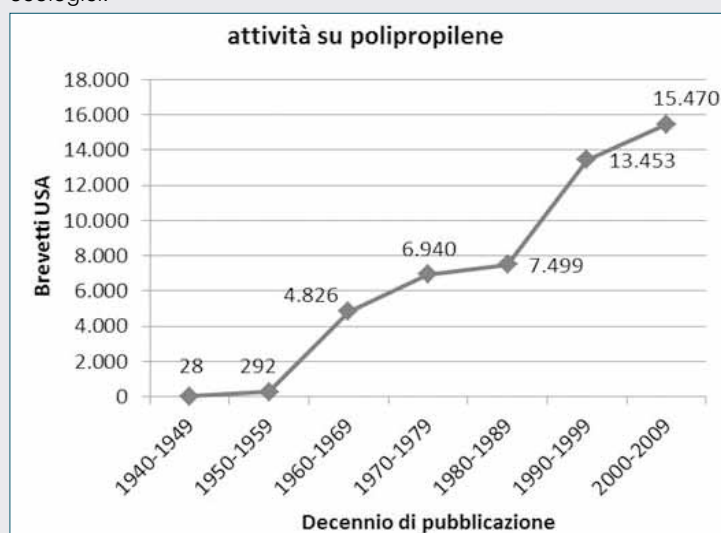


Fig. 1 - Brevetti complessivi pubblicati dall'USPTO sul polipropilene (1940-2009). Periodo di riferimento: 1940-2009 (fonte: elaborazioni Dintec su dati USPTO)

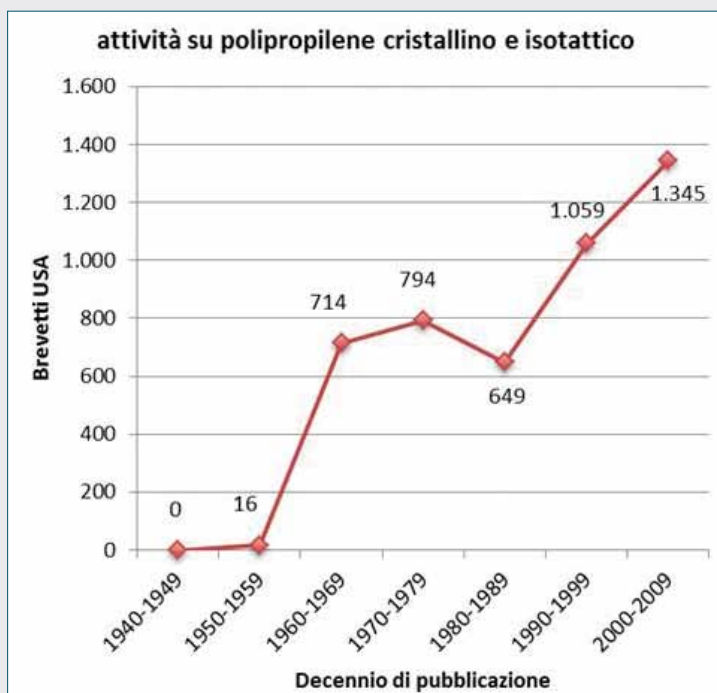


Fig. 2 - Brevetti complessivi pubblicati dall'USPTO su polipropilene cristallino o isotattico. Periodo di riferimento: 1940-2009 (fonte: elaborazioni Dintec su dati USPTO)

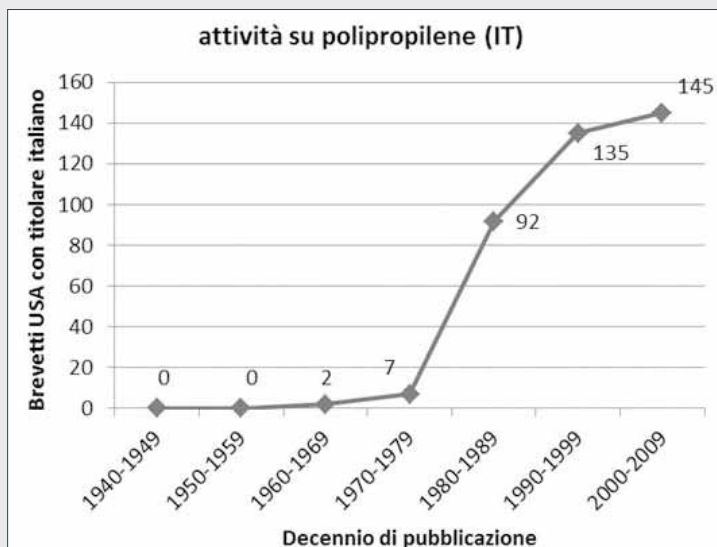


Fig. 3 - Brevetti con titolare italiano pubblicati dall'USPTO su polipropilene cristallino o isotattico. Periodo di riferimento: 1940-2009 (fonte: elaborazioni Dintec su dati USPTO)

Attività brevettuale e scenario di mercato

È un dato di fatto che antecedentemente al 1950 non esistesse un mercato delle poliolefine. Le invenzioni che però si sono succedute e i brevetti che ne sono scaturiti costituiscono la testimonianza della creazione e del consolidamento di nuovi mercati.

Tutti quelli fra noi che erano adolescenti fra gli anni Sessanta e Settanta ricorderanno certo le pubblicità e il marchio Moplen, che contribuì al consolidamento di tali mercati.

Riportiamo una serie di grafici che rendono conto dell'attività di bre-

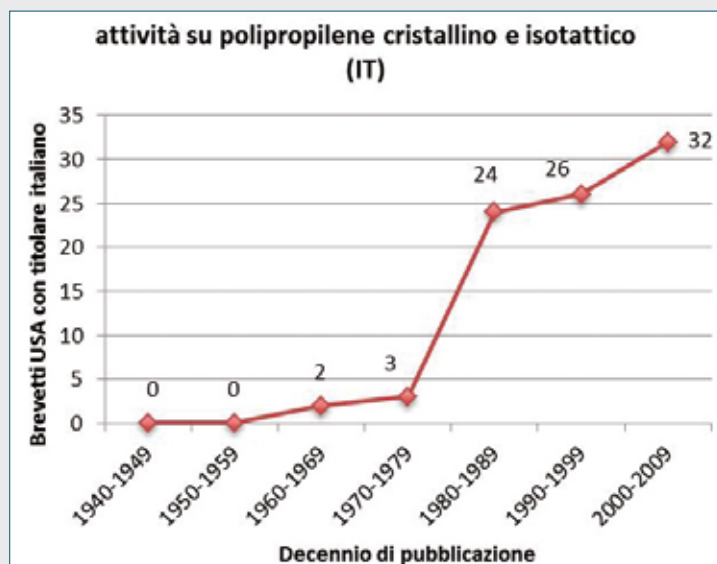


Fig. 4 - Brevetti con titolare italiano pubblicati dall'USPTO su polipropilene cristallino o isotattico. Periodo di riferimento: 1940-2009 (fonte: elaborazioni Dintec su dati USPTO)

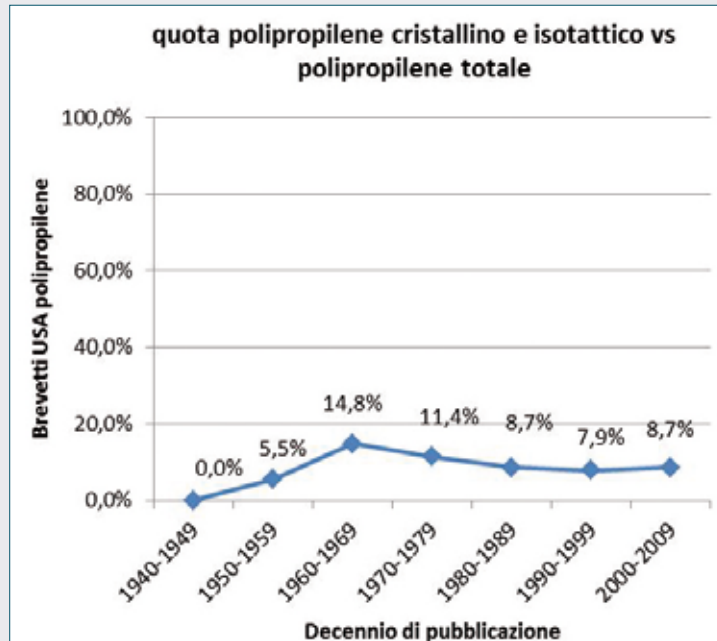


Fig. 5 - Quota brevetti su polipropilene cristallino e isotattico rispetto brevetti complessivi pubblicati dall'USPTO sul polipropilene. Periodo di riferimento: 1940-2009 (fonte: elaborazioni Dintec su dati USPTO)

vettazione nel campo del polipropilene, limitatamente agli USA e che evidenziano proprio il trend in crescita del mercato a partire dal 1950. Prendendo a riferimento il periodo compreso fra il 1940 e il 2009 emerge che negli Stati Uniti sono stati pubblicati 48.508 brevetti riconducibili al polipropilene (Fig. 1). L'andamento dei brevetti evidenzia tre periodi caratteristici nell'evoluzione tecnologica: il primo periodo compreso fra il 1940 e il 1959; il secondo periodo fra il 1960 e il 1989; il terzo periodo tra il 1990 e il 2009. Nel primo periodo è evidente una crescita lenta delle tecnologie, con il numero di brevetti

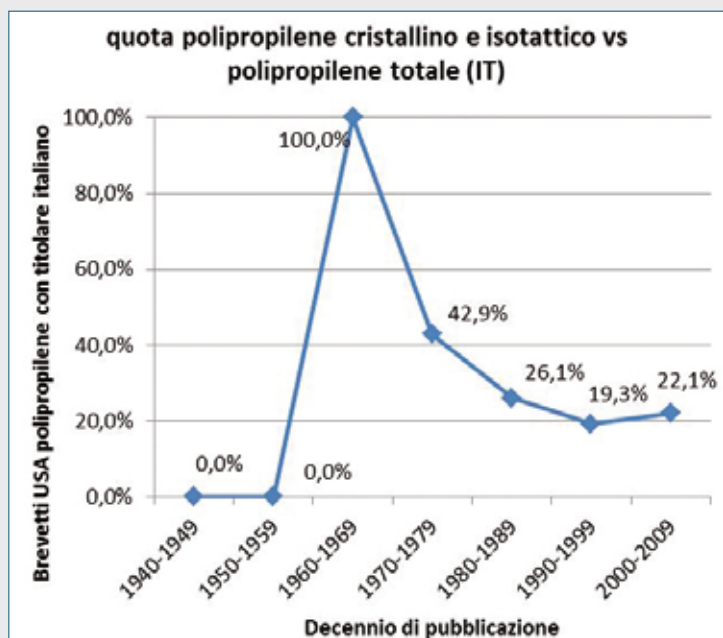


Fig. 6 - Quota brevetti del polipropilene cristallino e isotattico rispetto brevetti complessivi pubblicati dall'USPTO sul polipropilene. Periodo di riferimento: 1940-2009 (fonte: elaborazioni Dintec su dati USPTO)

che sale da 28 (decennio 1940-1949) a 292 (decennio 1950-1959). Nel periodo compreso fra il 1960 e il 1979 si assiste ad una forte accelerazione nello sviluppo tecnologico, con un incremento del 1500% negli anni Sessanta, e il numero dei brevetti che sale a 6.940 negli anni Settanta. Nel decennio 1980-1989 si continua ad osservare una crescita nei brevetti, ma più contenuta rispetto agli anni precedenti, che potrebbe essere interpretata come una situazione di maturazione della tecnologia e del relativo mercato. Si assiste quindi ad un salto di paradigma, con un incremento del +79% passando dal decennio 1980-1989 a quello successivo. La crescita permane anche fra il 2000 e il 2009, in cui si raggiungono 15.470 brevetti. Nel periodo compreso fra il 1940 e il 2009 sono stati pubblicati negli Stati Uniti 4.577 brevetti riconducibili ad attività di ricerca e sviluppo su polipropilene cristallino e isotattico (Fig. 2). Similmente all'andamento riscontrato per il polipropilene nel suo complesso, anche il sottoinsieme di brevetti specifici per il polimero cristallino o isotattico evidenzia i medesimi tre periodi nell'evoluzione tecnologica. Nel primo periodo si conferma una crescita lenta delle tecnologie, con i primi 16 brevetti pubblicati nel decennio 1950-1959. Nel ventennio compreso fra il 1940 e il 1959 si assiste ad una significativa accelerazione nello sviluppo tecnologico, con una punta di 794 brevetti negli anni Settanta. Nel decennio 1980-1989 si osserva una decrescita nell'attività brevettuale sulle tecnologie del polipropilene cristallino e isotattico (pari al -18,2%). Il calo è però limitato a questo periodo e si assiste ad un repentino rimbalzo verso l'alto fra il 1990 e il 1999, con un incremento del +63,2%, che porta a 1.059 il numero dei brevetti. L'attività di tutela delle tecnologie si mantiene elevata anche nel decennio successivo, evidenziano il massimo valore per l'intervallo temporale considerato (1.345 brevetti).

Nell'intervallo temporale 1940-2009, la presenza italiana sul mercato tecnologico USA del polipropilene è piuttosto limitata, attestandosi allo 0,8% del totale, pari a 381 brevetti (Fig. 3). Scomponendo l'intervallo in decenni emerge che i primi brevetti dell'Italia presso l'USPTO risalgono al periodo 1960-1969 (2 brevetti), con una lenta crescita nel decennio successivo (7 brevetti). A partire dal periodo compreso fra il 1980 e il 1989 si osserva un netto aumento della presenza italiana nello sviluppo di prodotti e processi legati al polipropilene, con un incremento del 1.200%, che si traduce in 92 brevetti. Nel ventennio successivo si registra una moderata crescita dell'attività brevettuale, fino a raggiungere il valore massimo di 145 brevetti nel periodo 2000-2009.

La specializzazione del nostro Paese emerge chiaramente considerando la quota parte dei brevetti italiani sul polipropilene che trattano la forma cristallina e isotattica del polimero (Fig. 4-6). Nel 1980-1989 l'Italia vede i frutti del proprio sviluppo tecnologico con 24 brevetti attivi nel mercato USA.

Tab. 1 - Dettaglio delle imprese italiane con brevetti USA sul polipropilene (fonte: elaborazioni Dintec su dati USPTO)

Decennio	Imprese italiane brevettanti	N° brevetti USA su polipropilene
1940-1949	/	/
1950-1959	/	/
1960-1969	Montedison	2
	altri	0
1970-1979	Montedison	2
	SIR Società Italiana Resine	1
	Industrie Pirelli	1
	Snam Progetti	1
	G.D.	1
	Montefibre	1
1980-1989	altri	0
	Montedison	24
	Ausimont	7
	Moplefan	6
1990-1999	altri	55
	Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica	19
	Montedipe	9
	Enichem Synthesis	6
	Ausimont	6
	Enichem	6
	Novamont	6
2000-2009	altri	86
	Basell Poliolefine Italia	21
	Pirelli Cavi e Sistemi	17
	Prysmian Cavi e Sistemi Energia Srl	13
	altri	94

In questo decennio si registra il massimo incremento dell'attività brevettuale dell'Italia sul polipropilene cristallino e isotattico (+700%), che coincide con il generale periodo di decrescita negli USA in questo ambito tecnologico, pari a -18,2% (Fig. 2). Dai dati sembra emergere che l'Italia abbia svolto quasi un ruolo di innesco per lo sviluppo tecnologico e brevettuale sulla forma cristallina e isotattica che si rileva negli USA nel ventennio 1990-2009.

Il principale attore tecnologico italiano sul polipropilene negli USA è stata la Montedison con le sue controllate sino al decennio 1990-1999. La specializzazione e la forza brevettuale di questa impresa sono evidenti soprattutto nel periodo che va dal 1980 al 1989 (Tab. 1) in cui, oltre la casa madre, erano ben note nel settore l'Ausimont e la Moplefan. Gli altri gruppi chimici italiani stavano però entrando nella competizione brevettuale sul polietilene.

Nel decennio 1990-1999 emergono con decisione l'ENI e le diverse controllate e anche il ruolo non secondario delle università e degli enti pubblici di ricerca, rappresentati dai brevetti del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica. In questo scenario diminuisce la quota tecnologica del gruppo Montedison, sempre più frammentata fra le diverse realtà controllate. Nell'ultimo decennio (2000-2009) si afferma il ruolo del gruppo Pirelli, mentre l'eredità della Montedison si concentra in poche realtà, tra cui la Basell Poliolefine Italia (ora Lyondell Basell).

Considerando il numero dei titolari italiani che ha brevettato in USA sul polietilene emerge una tendenza alla polverizzazione delle competenze tecnologiche, che è andata aumentando nel corso del tempo, sino a raggiungendo un picco nel decennio 2000-2009.

Nota metodologica

I dati sull'evoluzione dell'attività brevettuale sul polipropilene, con particolare riferimento agli Stati Uniti, sono stati elaborati utilizzando la banca dati Total Patent della Lexis Nexis. Per individuare i documenti brevettuali sono state utilizzate delle stringhe di ricerca per parole chiave, indagando il periodo compreso fra il 1940 e il 2009, suddiviso in decenni.

L'analisi brevettuale ha riguardato il titolo, l'abstract e le rivendicazioni dei brevetti pubblicati dallo USPTO (United States Patent and Trademark Office), eliminando eventuali documenti appartenenti alla medesima famiglia brevettuale. I brevetti con titolare italiano sono stati assegnati in base alla residenza del titolare.

Ringraziamenti: Un ringraziamento particolare va al Dr. G. Moretti che ha dato un contributo importante a questo articolo e che, in qualità di Patent Attorney del gruppo Montedison, è stato uno degli attori della vicenda brevettuale qui narrata solo per sommi capi e quasi certamente in modo impreciso.

Note

- ¹ Brevetti di Ziegler in Italia [IT 6850 e IT 6851 del 21 giugno 1951] si riferivano alla polimerizzazione dell'etilene e non del propilene.
- ² Du Pont US 4,371,680.
- ³ Le caratteristiche del prodotto erano (fra le altre):
p.f. 115-138 °C e p.m.(medio) 5.000-20.000.
- ⁴ Circa 30.000 contro i 50.000 del polipropilene di Natta.
- ⁵ Questo principio verrà abbandonato a favore del "first-to-file" per le domande di brevetto depositate a partire dal 16 marzo 2013, in accordo con la nuova legge brevettuale varata da Obama il 16 settembre 2011. La legge prende il nome di "America Invents Act" e introduce numerosi e importanti cambiamenti che avvicinano la normativa brevettuale statunitense al regime internazionale, in particolare al sistema del brevetto europeo.
- ⁶ Praticamente in tutti i Paesi, ed ora anche in USA, il brevetto dura 20 anni dalla data di deposito della corrispondente domanda.
- ⁷ In certi casi, "conception" e "actual reduction to practice" non possono che coincidere. E questo fu il caso dell'interference sul polipropilene cristallino.
- ⁸ Dopo l'1.1.1996, in seguito agli accordi GATT, la possibilità di dimostrare di aver realizzato l'invenzione prima del deposito della domanda di brevetto è stata estesa alle invenzioni fatte in tutti i Paesi membri della World Trade Organization, per domande di brevetto depositate negli USA dopo tale data.
- ⁹ Du Pont, Standard Oil of Indiana, Phillips Petroleum e Montecatini.
- ¹⁰ Brevetto US 4,376,851 – deposito della domanda: 11 gennaio 1956, CIP della domanda depositata il 27 gennaio 1953 e poi abbandonata.
- ¹¹ Brevetto US 3,715,344.
- ¹² Decision Board of Patent Interferences - Nov. 29, 1971.
- ¹³ District Court of Delaware - Jan. 11, 1980.
- ¹⁴ Court of Appeal, 3rd Cir. 1981.
- ¹⁵ Membro del Nobel Committee for Chemistry of The Royal Academy of Science.

ABSTRACT

Giulio Natta, His Nobel Prize and Patent Battles in USA

While the scientific work of Giulio Natta is universally known and acknowledged, much less it is known about him as an inventor, or rather, very little is known about his patents, almost certainly because of the lack of culture in the field of industrial property. Yet, thanks to the intensive patent activity, the technologies Natta studied have helped to create industries designed to meet the needs of the new markets. In the following article the story of the very first patent by Natta relating to isotactic polypropylene in the USA is briefly reported.



Manuela Rovea¹, Cinzia Lanzoni¹,
Diego Zorzi², Gianni Formenton¹,
Franco Schiavon¹, Massimo Baldin¹
¹ARPAV Dipartimento Regionale Laboratori
Sede Operativa di Padova
²U.O. Immunotrasfusionale
Azienda Ospedaliera di Padova
gformenton@arpa.veneto.it

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI PRODOTTI DA MUFFE

In questo studio si è sviluppato un metodo per rivelare la presenza di muffe negli ambienti confinati, tramite analisi dell'aria e identificazione di composti organici volatili (Microbial Volatile Organic Compounds, MVOCs) caratteristici solo di sviluppo fungino. Si sono selezionati tre ceppi fungini, fatti poi crescere all'interno di contenitori chiusi, esaminando le sostanze volatili sviluppate mediante GC-MS (gas-cromatografia-spettrometria di massa) in varie fasi di crescita.

I composti organici volatili

I composti organici volatili sono un'ampia categoria di molecole organiche caratterizzate da una tensione di vapore tale da renderle evaporabili alle condizioni di temperatura e pressione ambientali. Negli ambienti confinati i composti organici volatili costituiscono una classe rilevante degli inquinanti chimici, sempre presenti poiché emessi da una gran quantità di prodotti: vernici, colle, mobili, tessuti, stampanti, prodotti di pulizia, fumo di tabacco, insetticidi, materiali da costruzione, ecc. Inoltre, dall'esterno possono provenire VOCs emessi da veicoli, industrie ed attività agricole.

I VOCs sono anche prodotti dal metabolismo di agenti biologici (MVOCs) quali le muffe [1, 2]. Responsabile dell'aumento di VOCs di origine microbica, che agevola la crescita sia di batteri che di micromiceti, negli ambienti confinati, è l'umidità. Frequentemente nelle abitazioni danneggiate dall'umidità è stata riscontrata la presenza di *Penicillium* e *Aspergillus*, miceti che sono stati indicati essere i principali responsabili di allergie respiratorie e di sensibilizzazione ad allergeni [3].

L'importanza dei VOCs è stata confermata anche da uno studio condotto in undici città del nord Europa [4], che ha messo in relazione diretta l'asma in bambini e adolescenti con la presenza di VOCs nell'ambiente scolastico. Risultati di studi epidemiologici hanno dimostrato la relazione tra presenza di muffe in abitazioni e patologie respiratorie.

In ambito europeo la maggior parte degli studi realizzati sui composti organici volatili di origine fungina in ambienti confinati per indagini epidemiologiche e per studi di ceppi fungini in "colture pure", sono stati eseguiti o con un campionamento attivo su cartucce adsorbenti o con campionamenti a lungo termine, in genere condotti con campionatori diffusivi e successivo desorbimento chimico o termico dal supporto per l'analisi gascromatografica. Il campionamento su cartucce dipende principalmente dal materiale adsorbente che deve essere stabilito a priori in base alla tipologia di composti che si vogliono determinare, alla durata, alla temperatura e ai volumi di campionamento [5-8].

In questo lavoro sono stati ricercati i VOCs emessi da “colture pure” di tre ceppi fungini, singolarmente coltivati su di un substrato ideale, l'agar destrosio di Sabouraud (SDA) addizionato di cloramfenicolo come antibiotico per evitare la crescita batterica. Sono stati studiati tre ceppi di miceti filamentosi, due ialini e uno dematiaceo: un ceppo standard della specie *Aspergillus brasiliensis* ATCC n° 16404, simile alla *niger* e due ceppi selvaggi del genere *Penicillium* e *Cladosporium*, selezionati dai controlli microbiologici ambientali eseguiti nel nostro laboratorio, isolati e purificati in piastra con SDA.

I tre diversi inoculi fungini ed un substrato senza spore (il bianco), sono stati incubati in contenitori “chiusi” per evitare la contaminazione da VOCs esterni. Dopo la crescita fungina l'aria del contenitore è stata campionata direttamente, concentrata mediante sistema *microscale purge & trap* ed analizzata in gascromatografia con spettrometria di massa.

Caratteristiche delle muffe analizzate

I miceti sono organismi eucarioti che appartengono al regno *Fungi*. La doppia modalità di propagazione dei miceti, sessuata ed asessuata, ha generato una doppia nomenclatura tassonomica. Attualmente il ricorso a tecnologie di tipizzazione sempre più sofisticate ha modificato le conoscenze sulla filogenesi e sull'inquadramento tassonomico dei miceti.

I ceppi fungini coltivati in questo studio appartengono tutti alla divisione o *Phylum* Ascomycota, sono un gruppo estremamente significativo di organismi che include circa il 75% di tutte le specie di funghi censiti [9], si caratterizza per la presenza di ascospore nella forma teleomorfa (riproduzione sessuata) e di un micelio, se presente, settato (mitospore).

Mentre *Aspergillus brasiliensis* e *Penicillium* spp appartengono alla stessa classe Eurotiomycetes e ordine Eurotiales, *Cladosporium* spp appartiene alla classe Dothideomycetes e ordine Capnodiales. Le tre specie fungine appartengono a diverse famiglie e genere.

Effetti nocivi sulla salute a causa di esposizione fungina indoor

L'impatto sull'uomo degli inquinanti indoor può essere causa di una vasta gamma di effetti indesiderati che vanno dal disagio, avvertito a livello sensoriale, fino a gravi affezioni dello stato di salute [10, 11]. L'azione delle muffe sulla salute varia in base alla loro tipologia, alla loro concentrazione e alla suscettibilità di chi frequenta gli ambienti particolarmente contaminati.

L'esposizione fungina all'interno di ambienti chiusi avviene in due modi: attraverso l'infiltrazione di spore provenienti dall'esterno, quali ad esempio *Alternaria* e *Cladosporium*, ed attraverso la crescita spontanea di muffe, quali ad esempio *A. fumigatus*, *Penicillium chrysogenum* e *Fusarium* negli ambienti interni. I funghi possono essere causa di infezioni della cute, delle vie aeree, dei seni nasali e delle unghie ed hanno la capacità di indurre e di perpetuare l'asma

servendosi di molti meccanismi. Sono presenti nell'aria e possono colonizzare il corpo umano per lunghi periodi; possono danneggiare le vie aeree attraverso la produzione di tossine, proteasi e composti organici volatili (VOCs); sono fonte di una vasta gamma di allergeni che presentano numerose similitudini con le proteine eucariotiche umane con la potenzialità di indurre risposte immunitarie auto-reattive. L'ipersensibilità ai funghi condiziona la severità dell'asma.

L'aspergillosi broncopolmonare allergica (ABPA) è una patologia delle vie aeree che complica l'asma e la fibrosi cistica. Si tratta della più comune forma di broncopolmonite allergica da funghi e, di solito, è attribuibile all'*Aspergillus fumigatus*. Nonostante l'*Aspergillus* sia l'agente eziopatologico più frequentemente implicato nell'insorgenza di ABPA, si sono occasionalmente osservati altri casi di broncopolmonite allergica presentanti caratteristiche clinico-radiologiche simili a quelle dell'ABPA causate da altre specie fungine.

La polmonite da ipersensibilità è una patologia rara delle vie respiratorie e si riscontra soprattutto negli adulti, ma anche nei bambini, a seguito di esposizione ad alcune classi fungine tramite umidificatori o da sistemi di riscaldamento ad aria forzata [12].

Oggi l'uomo è più suscettibile al rischio delle micosi, sia per l'aumento dell'età media sia per le terapie antibiotiche, le quali spesso causano stati dismicrobici.

I problemi di salute causati dalla muffa possono presentarsi immediatamente o entro alcuni giorni rispetto all'esposizione (effetti acuti), oppure determinare effetti a lunga durata, che potrebbero non verificarsi immediatamente (effetti cronici).

Le espressioni “*Sick Building Syndrome*” (sindrome dell'edificio malato) e “*Tight Building Syndrome*” (sindrome dell'edificio sigillato) [13], coniate di recente dalla letteratura scientifica, vengono usate nelle situazioni nelle quali gli occupanti di un edificio lamentano disturbi generici non riconducibili ad una causa o a una malattia specifica. La sintomatologia è del tutto aspecifica (irritazione degli occhi, delle prime vie aeree e della cute, tosse, nausea, torpore, sonnolenza, cefalea, astenia) e viene associata alla permanenza nell'edificio, poiché i disturbi si risolvono o si attenuano a seguito dell'allontanamento dallo stesso. È opinione comune che la sindrome sia causata da una interazione di fattori che coinvolgono diversi meccanismi di reazione, e infatti non è stato quasi mai identificato un unico fattore cui si possano imputare le patologie riscontrate.

Coltivazione ed inoculo muffe

Prima di iniziare lo studio dei VOCs, i ceppi fungini selezionati a tale scopo sono stati coltivati in piastra con SDA e, dopo la crescita, prelevati i miceli aerei con il sistema dello scotch su vetrino per l'identificazione morfologica al microscopio.

Tutti i materiali utilizzati sono stati sterilizzati mediante le classiche tecniche di laboratorio (BPL).

Sul fondo di ogni bottiglia destinata allo studio si sono depositati 50 ml circa di SDA con antibiotico. I tre ceppi fungini sono stati singolarmente inoculati in ciascuna bottiglia di coltura.

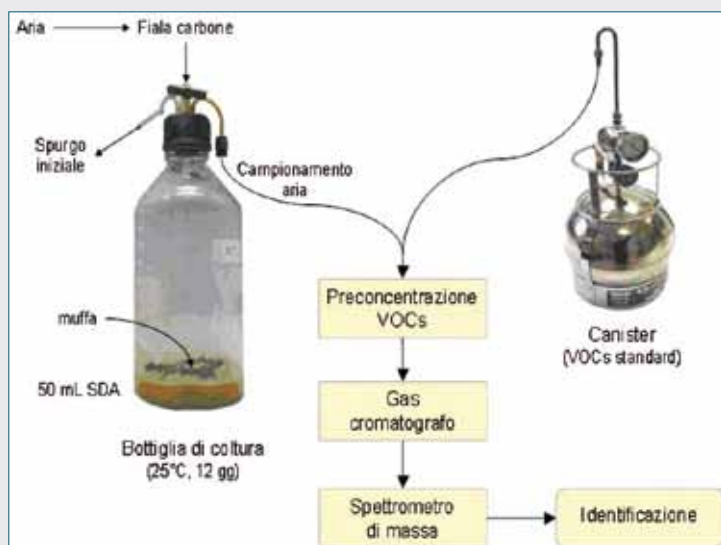


Fig. 1 - Schema di campionamento ed analisi dei VOCs della coltura fungina "pura"

Sono state utilizzate bottiglie di vetro pyrex da 1 litro con tappo a tenuta provvisto di tre connessioni per i necessari collegamenti.

Le 4 bottiglie di coltura contenevano:

- la prima il bianco, ovvero solo terreno nutriente costituito da 50 ml di SDA con cloramfenicolo (antibiotico);
- la seconda standard ATCC *Aspergillus brasiliensis* su 50 ml di SDA + CAF;
- la terza ceppo selvaggio di *Cladosporium* spp su 50 ml di SDA + CAF;
- la quarta ceppo selvaggio di *Penicillium* spp su 50 ml di SDA + CAF.

I contenitori sono stati chiusi e nel caso di collegamento con l'aria esterna, necessario per riequilibrare la pressione dell'aria dopo il campionamento, è stato aperto lo sfiato interponendo una cartuccia a carbone attivo per impedire l'entrata di VOCs presenti nell'ambiente esterno (Fig. 1).

Le colture sono state mantenute in incubatore a 25 °C.

Analisi in gascromatografia (GC) e spettrometria di massa (MS)

I VOCs prodotti durante la crescita delle muffe all'interno delle "bottiglie di coltura", sono stati analizzati con campionamento istantaneo, per aspirazione diretta dalle bottiglie di coltura al sistema analitico *microscale purge & trap* Entech 7100 e analizzate con GC-MS Perkin Elmer modello Autosystem XL, equipaggiato con colonna capillare Equity 1 della ditta Supelco 60 m x 0,32 mm con 1,0 µm di spessore e spettrometro di massa Perkin Elmer Mass-Gold con software di acquisizione Turbo Mass vers. 5.4.2, seguendo il metodo EPA TO 15 [14].

L'analisi è stata eseguita aspirando 40 ml di campione e iniettando contemporaneamente nel sistema *microscale purge & trap* 100 ml di una miscela gassosa di standard interni, quali 1,4-bromofluorobenzene, 1,4-difluorobenzene, bromoclorometano e clorobenzene

deuterato in azoto, ad una concentrazione pari a 20 µg/m³, ottenuta per diluizione da una miscela certificata pari a circa 1 mg/m³. I composti costituenti la miscela di standard interno sono selezionati in modo da non interferire con i VOCs presenti in atmosfera e con quelli emessi dalle muffe. La spettrometria di massa permette l'immediata identificazione qualitativa dei composti in analisi, ma non avendo a priori una taratura dei VOCs tipici delle muffe, è importante che gli standard interni non siano interferiti, consentendo una valutazione semiquantitativa.

Analisi dei dati

L'aria delle quattro bottiglie di coltura è stata analizzata per sei volte a intervalli di: 4, 7, 12, 18, 28 e 33 giorni dall'inoculo.

Nel contenitore con solo SDA senza inoculo, durante i 33 giorni non è stata osservata alcuna crescita macroscopica di microrganismi.

Tutte le sostanze volatili presenti sia come contaminanti del bianco sia come metaboliti sono individuate tramite i tempi di ritenzione gascromatografici e la successiva caratterizzazione dei loro spettri di massa.

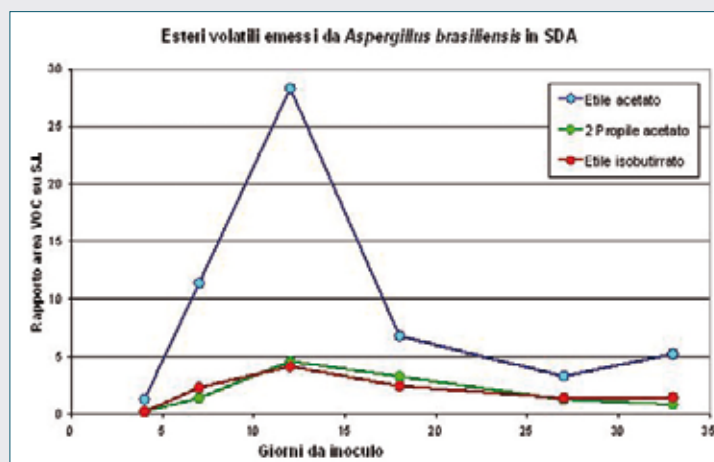


Fig. 2 - Produzione di esteri volatili emessi da *Aspergillus brasiliensis* in "coltura pura" durante lo studio

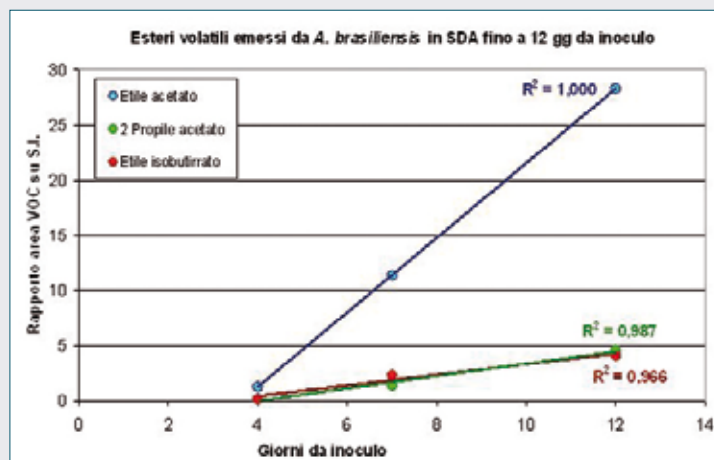


Fig. 3 - Coefficiente di linearità delle quantità di alcuni esteri volatili prodotti da *Aspergillus brasiliensis* emessi fino a dodici giorni dall'inoculo

Cinetica dei composti ossidati emessi dalle muffe

Dopo il campionamento per l'analisi dei VOCs i contenitori sono stati riportati a pressione atmosferica aprendo, per alcune ore, il tubicino posto sul tappo della bottiglia collegato alla cartuccia di carbone attivo, quindi richiusi per evitare contaminazioni ambientali.

Questa modalità sperimentale se da una parte preserva da contaminazioni di VOCs ambientali dall'altra non assicura un continuo ricambio d'aria, comportando alla lunga una deficienza di ossigeno e, di conseguenza, un ambiente anossico che a sua volta sarà la causa di una variazione del metabolismo fungino.

Con l'analisi dei dati possiamo valutare il limite temporale entro cui i miceti crescono in condizioni ottimali, così da elaborare solo i VOCs emessi in condizioni di crescita reale.

Le condizioni ottimali dell'esperimento possono essere monitorate dall'andamento nel tempo delle quantità di alcuni VOCs, in particolare dei composti organici volatili presenti nella forma più ossidata, come gli esteri.

Nel caso dell'*Aspergillus brasiliensis* ATCC n° 16404, gli esteri maggiormente presenti come l'etile acetato, il 2-propile acetato e l'etile isobutirrato, presentano nel corso dei 33 giorni di analisi un andamento simile anche se con velocità di produzione diverse, rappresentati nella Fig. 2.

La concentrazione degli esteri aumenta nel tempo, con un massimo fino a 12 giorni dall'inoculo per poi cambiare pendenza e diminuire; questo andamento risulta molto più accentuato per l'estere più volatile ed emesso in maggior quantità: l'acetato di etile.

Il grafico successivo (Fig. 3) rappresenta l'interpolazione delle prime tre misure per questi tre esteri, dal quale si deduce una crescita lineare: l'acetato di etile con una pendenza di reazione più elevata ha un coefficiente di correlazione $R^2=1,000$ mentre per 2-propilacetato ed etile isobutirrato un coefficiente di linearità rispettivamente di 0,987 e 0,966.

Dopo i primi dodici giorni dall'inoculo si ha una variazione nella cinetica di produzione dei composti ossidati anche per *Penicillium* spp e *Cladosporium* spp.

Nel caso del *Penicillium* spp gli andamenti degli esteri volatili sono simili a quelli visti per *Aspergillus brasiliensis*, complessivamente rappresentati nel relativo grafico (Fig. 4); si nota che dopo un aumento durante i primi 12 giorni dall'inoculo la quantità degli stessi diminuisce o rimane quasi costante nel tempo.

L'interpolazione delle quantità emesse nei primi dodici giorni dall'inoculo per acetato di etile, 2-propilacetato ed etile isobutirrato ha fornito un coefficiente di linearità rispettivamente di 0,952 di 0,993 e di 0,980 (Fig. 5).

Il ceppo fungino *Cladosporium* spp inizia a produrre il 2-propile acetato solo dopo sette giorni e aumenta, con una crescita non lineare, fino alla misura eseguita al diciottesimo giorno dall'inoculo per poi variare la cinetica come visualizzato nel Fig. 6.

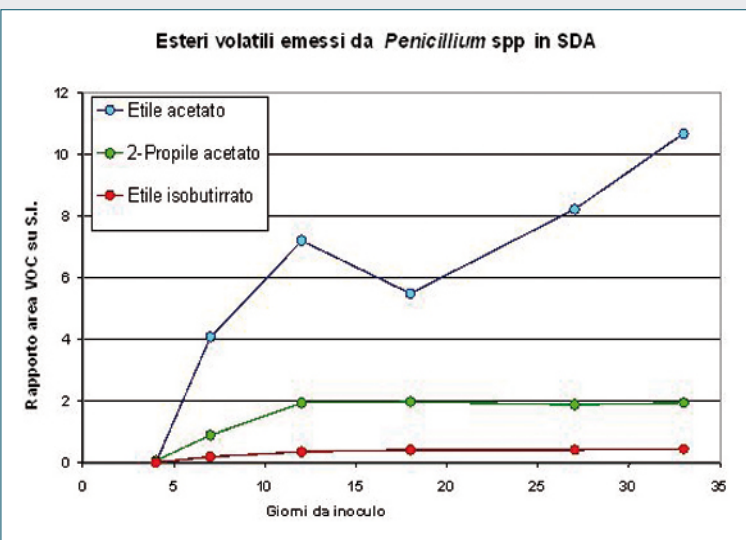


Fig. 4 - Cinetica di produzione di alcuni esteri volatili emessi da *Penicillium* spp

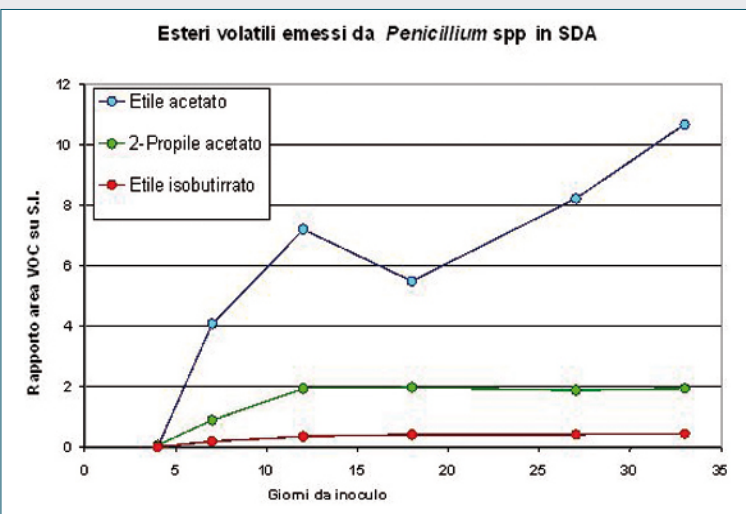


Fig. 5 - Coefficiente di linearità delle quantità di alcuni esteri volatili prodotti da *Penicillium* spp emessi fino a dodici giorni dall'inoculo

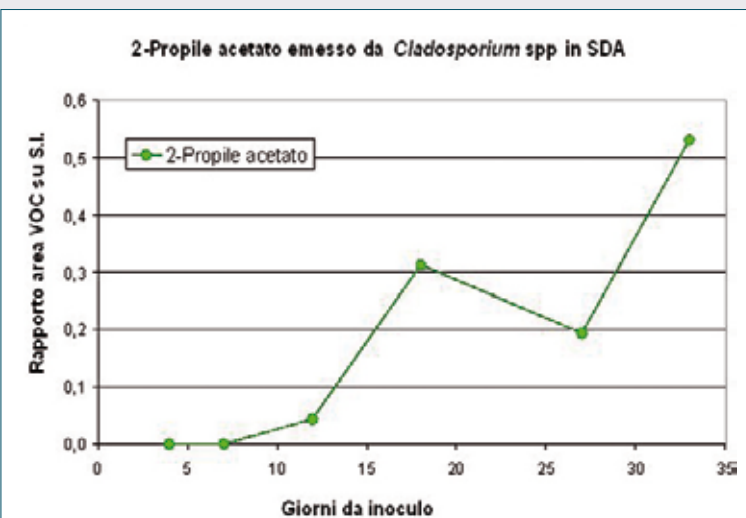


Fig. 6 - Cinetica di produzione di 2-propile acetato emesso da *Cladosporium* spp

Tab. 1 - Elenco dei metaboliti volatili emessi solo da muffe cresciute in SDA			
Campione VOCs	ASPERGILLUS brasiliensis	PENICILLIUM spp	CLADOSPORIUM spp
Butano		<	
Metil-acetato			+
1-Propanolo (alcol propilico)	<	<	
Acetato di etile	+++	+++	
2-Butanolo	<		
2-Metil-1-propanolo (isobutanolo)	++	+	
2-Propil-acetato (isopropilacetato)	++	++	+
2-Pentanone	<	<	
1-Butanolo		<	
Metil-isobutirrato	<	<	
2,5-Dimetil-furano	+	<	+
n-Propil-acetato	<		
Diethylacetale	<		
3-Metil-1-butanolo	++	+	+++
2-Metil-1-butanolo	++	+	
2,2,4,5-tetrametil-1,3-diossolano		<	++
Etil-isobutirrato	++	+	
Isobutil-acetato	<		
Metil-2-metil-butanoato	<		
Etil-butanoato	<		
2,3,5-Trimetil-furano	<		
Isopropil-butirrato	<	<	
Isoamilacetato	<		
2-Metil-1-butilacetato	<		
Isopropil-2-metil-butanoato		<	
Nonano		<	
Isobornil-formiato	<	<	
Numero totale VOCs	22	18	6
Percentuale abbondanza VOC: +++=>15; ++≤15 e ≥5; +<5 e ≥1; <=1; cella vuota=VOC assente			

Metaboliti caratteristici delle muffe

Da questo studio le tre differenti tipologie di VOCs rilevate sono:

- VOCs da SDA: i VOCs rilevati in SDA senza inoculo sono unicamente dovuti al substrato stesso, dunque non sono composti identificativi di sviluppo fungino;
- VOCs da muffe: i VOCs prodotti solo da muffe saranno quelli rilevati nelle varie bottiglie di coltura inoculate con muffe a meno dei VOCs determinati in SDA senza inoculo.

Vi è la possibilità che la mera sottrazione, non avendo la stessa varianza per tutti i campioni, porti a considerare un numero minore di composti costitutivi di un profilo fungino;

- VOCs da SDA e muffe: altri composti come il 2-metil-furano, il cui conteggio TIC assoluto determinato nell'*Aspergillus brasiliensis* è dieci volte superiore rispetto al bianco e alle altre due muffe, o il toluene il cui conteggio ionico totale (TIC) per *Aspergillus brasiliensis* è circa tre volte superiore rispetto al bianco, o ancora lo stirene rilevato con una abbondanza TIC sei volte maggiore nell'agar inoculato con ceppo tipo *Penicillium* spp rispetto al bianco, possono essere originati/dipendenti, oltre che dal substrato, anche dal metabolismo delle muffe.

Nel prosieguo di questo primo lavoro anche questi composti non saranno considerati come traccianti fungini. Peraltro composti come toluene, stirene e xileni sono generalmente presenti e diffusi tra i VOCs ambientali (BTEXS) in quanto emessi da altre fonti "chimiche", non solo da microrganismi.

L'elenco dei VOCs prodotti solo da muffe, con una valutazione semi-quantitativa definita in legenda, è riportato in Tab. 1.

Tra i metaboliti non è riportato per tutti tre i ceppi fungini l'alcol isopropilico, che risulta essere la sostanza di gran lunga a maggiore concentrazione.

I metaboliti fungini identificati sono principalmente rappresentati nelle classi degli alcoli e degli esteri, in modo minore da composti eteri, nello specifico 2,5-dimetilfurano e tetrametil-1,3-diossolano, mentre risultano trascurabili i metaboliti per le classi dei chetoni e degli idrocarburi.

Dal punto di vista quantitativo i principali composti volatili emessi dalle muffe sono l'alcol 2-propanolo e l'acetato di etile. Numerosi lavori scientifici hanno dimostrato che composti molto volatili da C2+C4, quali 2-propanolo e acetato di etile, non possono essere considerati specifici di muffe, in quanto prodotti anche da numerosi organismi viventi come risultato di processi fondamentali della respirazione, quali glicolisi e ciclo di Krebs.

Inoltre l'alcol isopropilico non può essere considerato un tracciante fungino perché spesso lo si trova negli ambienti confinati come quelli domestici, ospedalieri e scolastici in quanto usato comunemente per svariati impieghi come detergente, essendo sia un ottimo sgrassante che un disinfettante, utilizzato come additivo per carburanti ed infine è un importante intermedio per sintesi farmaceutiche e cosmetiche.

Per la valutazione di tutti i VOCs di Tab. 1, bisogna premettere che questi, essendo determinati in bottiglie di coltura chiuse, sono in quantità più "concentrata" rispetto a quelli che potrebbero essere rilevati in ambienti di vita confinati.

In questo primo studio cautelativamente si darà la precedenza e si valuteranno maggiormente i composti determinati nelle colture standard in concentrazione fino all'1%. Con ciò non si vogliono escludere i composti minori ma certamente una loro migliore valutazione potrà essere fatta comparandoli con i risultati ottenuti da ulteriori

prove eseguite con altri substrati e soprattutto con la determinazione in ambienti confinati.

Sono stati identificati quattro VOC presenti nei tre ceppi fungini: 2-propanolo, 2-propil-acetato, 2,5-dimetilfurano e 3-metil-1-butanolo. L'alcool isopropilico (2-propanolo) non può essere considerato un marker fungino, essendo uno dei prodotti dei principali processi della respirazione di organismi viventi, inoltre si riscontra spesso in ambienti confinati in quanto componente di detergenti, disinfettanti, sgrassanti e solventi industriali.

Il 2-propil-acetato emesso da tutti i ceppi fungini, è un estere che può essere ottenuto come prodotto di esterificazione di acido acetico e 2-propanolo, componenti presenti nelle colture con SDA inoculate con muffe. L'acetato di isopropile è utilizzato dall'industria come solvente per cellulosa, plastica, materie oleose e grasse. Dunque anche l'isopropilacetato è un VOC che, sebbene con molta minore frequenza dell'alcool isopropilico, potrebbe essere possibile riscontrare in ambiente confinati.

Altri composti di origine fungina rilevanti hanno struttura eterea, come l'anello eterociclico a cinque termini quale il 2,5-dimetil-furano, comune ai tre i ceppi fungini studiati, e un composto non citato in letteratura per essere caratteristico di sviluppo fungino, come il 2,2,4,5-tetrametil-1,3-diossolano, rilevato soprattutto in *Cladosporium* spp.

Composti emessi dalle muffe e riscontrati in considerevole quantità sono i tre alcoli: 2-metil-1-propanolo, 3-metil-1-butanolo e 2-metil-1-butanolo; nelle muffe della classe *Eurotiomycetes*, i rapporti quantitativi tra questi alcoli risultano uguali. Invece nella muffa *Cladosporium* spp è stato rilevato solo l'alcool 3-metil-1-butanolo. La diversa presenza di questi tre alcoli tra i ceppi di *Aspergillus* e *Penicillium* da una parte e *Cladosporium* dall'altra è confermata da risultati ottenuti in altro lavoro scientifico [2].

Nelle muffe della classe *Eurotiomycetes* è frequente l'identificazione degli stessi composti organici volatili, infatti oltre agli alcoli appena citati, in entrambe le muffe sono presenti anche: 1-propanolo, 2-pentanone, metil-isobutirrato, etil-isobutirrato, isopropil-butirrato. Ciò potrebbe far supporre che alla base di questa produzione di composti organici volatili simili, ci sia un metabolismo simile per le muffe ialine della stessa classe *Eurotiomycetes*, mentre sembra essere un po' diversa la produzione di metaboliti volatili da parte di *Cladosporium* spp, micete classificato nella stessa divisione tassonomica degli *Ascomycota* ma appartenente alla classe *Dothideomycetes*. Il diverso profilo dei VOCs che potrebbe essere rappresentativo di un diverso metabolismo di muffe perché di classi diverse, si può dedurre anche da Fig. 7, che mette a confronto solo alcuni, i principali, metaboliti presenti in Tab. 1 per i tre ceppi fungini studiati.

Conclusioni

I composti organici volatili studiati nei primi dodici giorni di crescita, sono stati prodotti da "colture pure" di muffe molto diffuse nell'am-

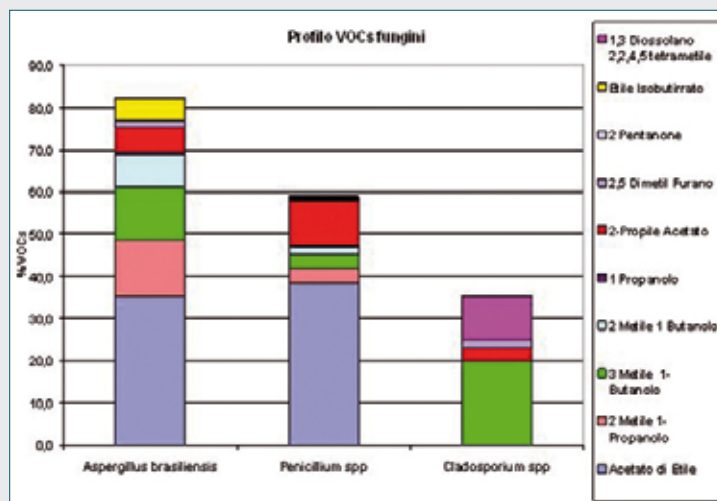


Fig. 7 - Confronto dei profili dei principali metaboliti per specie fungina

biente, quali un ceppo standard del genere *Aspergillus* e i ceppi selvaggi del genere *Penicillium* e *Cladosporium*, inoculati in SDA.

L'analisi semiquantitativa in gascromatografia e spettrometria di massa del profilo dei VOCs rende evidente come primo cambiamento un consumo dei composti volatili, in particolare delle aldeidi ramificate, e la generazione di nuove molecole attribuibili al metabolismo delle muffe appartenenti principalmente alle categorie chimiche di alcoli, esteri ed eteri.

Questo lavoro ha permesso l'identificazione semiquantitativa di un discreto numero di composti organici volatili prodotti unicamente dal metabolismo fungino, di cui quelli maggiormente emessi sono comuni a tutti i ceppi fungini: 2-propanolo, 2-propil-acetato, 2,5-dimetilfurano e 3-metil-1-butanolo.

La maggior parte dei VOCs determinati in questo studio sono citati nella letteratura scientifica, ad eccezione del composto eterociclico 2,2,4,5-tetrametil-1,3-diossolano determinato soprattutto nel ceppo fungino del genere *Cladosporium*.

Da questo studio si rileva che ceppi fungini appartenenti a classi tassonomiche differenti presentano profili gascromatografici differenti; ciò dovrebbe essere ulteriormente confermato mediante l'analisi dei MVOCs prodotti da muffe appartenenti ad altre classi differenti da quelle indagate.

La determinazione di muffe in ambienti confinati con l'analisi di MVOCs è complessa per i numerosi composti emessi da ceppi fungini diversi con substrati diversi, sommati alle numerose emissioni da materiali da costruzione e arredi che possono interferire con la loro identificazione.

Proprio per questa complessità, oltre alla ricerca di composti specie specifici si pensa possa essere vantaggioso creare un profilo con un grande numero di VOCs come sicuri traccianti fungini, in modo da ridurre il rischio di false interpretazioni con composti emessi da altre sorgenti indoor di tipo chimico e batterico.

Alcuni VOCs determinati nei tre ceppi fungini potrebbero essere singolarmente presenti nell'ambiente confinato, tuttavia è la contem-

poranea presenza di più sostanze, e cioè il profilo cromatografico dell'aria campionata che risulta risolutivo per evidenziare la presenza di muffe. Il riconoscimento di VOCs fungini in ambienti confinati potrebbe procedere secondo due stadi: una prima discriminazione tra i VOCs biologici e quelli antropogenici di origine chimica, verificando la presenza di più composti tipici della respirazione microbica che essendo prodotti in grande quantità, come 2-propanolo, acetato di etile e acetaldeide, sono di facile determinazione. Successivamente si avrebbe la conferma, verificando la presenza di alcoli ramificati, esteri volatili, furani e altri composti (diossolani) particolari di muffe. Una raccolta di tracciati cromatografici di muffe di differenti classi coltivate in purezza può, come evidenziato in questo lavoro, permettere la creazione di una banca dati, cui fare riferimento per il riconoscimento della contaminazione fungina.

La tecnica utilizzata in questo lavoro può essere facilmente adattata anche per il prelievo dell'aria di ambienti chiusi contaminati da muffe o per prelievi in luoghi di difficile accesso, come per esempio condotte di areazione o di condizionamento [15].

Il prelievo dell'aria confinata, tramite *canister*, può essere eseguito in modo istantaneo. Il tempo per l'intero processo analitico, comprensivo di campionamento, può essere molto ridotto; ciò consente l'individuazione dei MVOCs e quindi di potenziale contaminazione da muffe in modo più rapido di quanto può avvenire tramite un procedimento di riconoscimento microbiologico dei ceppi fungini.

Le sostanze volatili sono inoltre prodotte anche in assenza di attività sporigena, quindi possono essere degli utili indicatori in una fase precoce di contaminazione.

Il limite di quantificazione molto basso del metodo, inferiore a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, può facilitare il riconoscimento di MVOCs presenti anche in esigua quantità, questo limite può essere raggiunto anche con tecnica della microestrazione in fase solida (SPME), mentre risulta difficilmente raggiungibile con tecniche di prelievo con fiala.



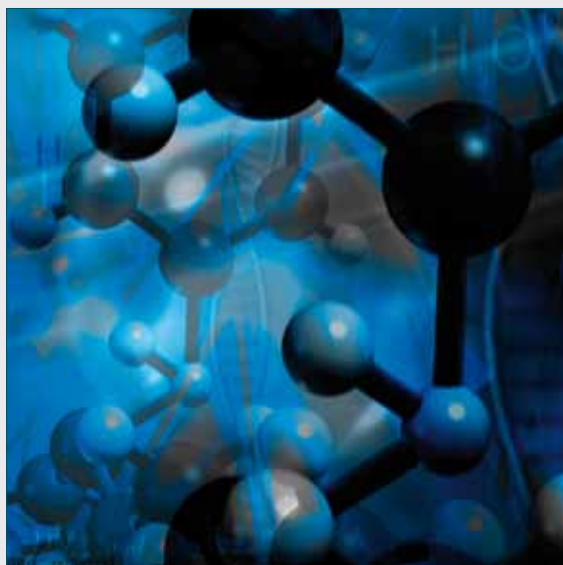
Bibliografia

- [1] S. Moularat *et al.*, *Chemosphere*, 2008, **72**, 224.
- [2] S. Matysik *et al.*, *Chemosphere*, 2009, **76**, 114.
- [3] Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness e Mould, World Health Organization, Europe, 2009.
- [4] R.D. Edwards *et al.*, *Atmospheric Environment*, 2006, **40**, 5685.
- [5] A.S. Claeson *et al.*, *Journal of Environmental Monitoring*, 2007, **9**, 240.
- [6] S. Moularat *et al.*, *Science of the Total Environment*, 2008, **407**, 139.
- [7] C. Hachem *et al.*, *Building and Environment*, 2009, **44**, 1691.
- [8] M. Kuske *et al.*, *Building and Environment*, 2005, **40**, 824.
- [9] E.W. Koneman *et al.*, *Practical Laboratory Mycology*, The Williams & Williams Company, Baltimore, 1973, 2nd Edition.
- [10] G. Muzi *et al.*, *Giorn. Ital. Med. Lav. Ergon.*, 2004, **26**(4), 364.
- [11] F. Mondello, Funghi patogeni per l'uomo: generalità e prospettive, ISSN 1123-3117, Rapporti ISTISAN 08/10.
- [12] F. Bruni *et al.*, *Pneumologia Pediatrica*, 2007, **27**, 27.
- [13] X. Zhang *et al.*, *Science of the Total Environment*, 2012, **430**, 75.
- [14] Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air Second Edition Compendium Method TO-15 Determination Of Volatile Organic Compounds (VOCs) In Air Collected In Specially-Prepared Canisters And Analyzed By Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) EPA/625/R-96/010b.
- [15] Gruppo di Studio Nazionale sull'Inquinamento Indoor dell'Istituto Superiore di Sanità, "Strategie di monitoraggio dei composti organici volatili (COV) in ambiente indoor", 2011, 1-36.

ABSTRACT

Volatile Organic Compounds Produced by Moulds

In this study a method for detection of moulds is developed and microbial volatile organic compounds (MVOCs), produced by moulds, are identified. Some specific markers of fungal growth are determined in relationship with moulds species. Three pure fungal strains were selected and were grown inside closed bottles. The produced MVOCs were sampled by a microscale purge & trap systems and analyzed by GC-MS instrument. The volatile compounds are determined in different phases of moulds growth



Luigi Campanella, Dalina Lelo
Dipartimento di Chimica
Università di Roma "La Sapienza"
luigi.campanella@uniroma1.it

LE NANOTECNOLOGIE: MODELLI, PROGRESSI, CAMPI DI APPLICAZIONI E SVILUPPI FUTURI

I materiali sono necessari per costruire oggetti che soddisfano i bisogni dell'uomo. È molto importante sottolineare gli usi a cui sono destinati i materiali sia tradizionali che innovativi che vengono sperimentati continuamente.

Le nanotecnologie nascono come tentativo di risposta tecnologica a questioni sollevate in contesti anche diversi, quando si è compreso da un lato che la miniaturizzazione spinta sollevava importanti interrogativi sul comportamento della materia a quelle scale e dall'altro che notevoli erano le potenzialità offerte da una miniaturizzazione sempre più spinta.

Il termine "nanotecnologia" fu utilizzato per la prima volta nel 1974 da Norio Taniguchi dell'Università di Tokyo per indicare la lavorazione di materiali con precisioni nanometriche.

Le nanotecnologie sono un approccio multidisciplinare alla realizzazione di materiali, dispositivi e sistemi nei quali almeno una delle tre dimensioni caratteristiche (altezza, lunghezza, profondità) è sulla scala del nanometro. Di conseguenza si definisce nanostrutturato un materiale le cui proprietà dipendono da parti di esso con almeno una delle tre dimensioni su scala nanometrica. Tali componenti sono dette nanostrutture. Se ci si spinge a considerare un oggetto costituito da una manciata di atomi, anche la rimozione o l'aggiunta di un solo atomo può causare importanti variazioni nelle sue proprietà a causa di fenomeni quantistici. Questa differenza è in relazione al numero di atomi che si trovano sulla superficie rispetto al totale degli atomi che costituiscono l'oggetto nanometrico. Più si riduce la dimensione dell'oggetto,

maggiore diventa il numero di atomi di superficie rispetto al totale. Il ruolo degli atomi di superficie nel determinare caratteristiche peculiari dipende dal fatto che il legame chimico che li coinvolge nel solido è di struttura diversa, per questioni di simmetria, rispetto a quello che interessa gli atomi più interni.

L'industria elettronica ha dato la spinta verso la miniaturizzazione dei dispositivi e calcolatori di potenza inimmaginabile qualche decennio fa, ora esistono e occupano poco più che lo spazio di un'agenda. Il cuore di tali dispositivi elettronici è il transistor, un elemento ottenuto dall'unione con geometrie e forme opportune, di tipi diversi di semiconduttori, materiali che per le loro proprietà elettriche sono collocati come intermedi fra conduttori e isolanti, per esempio silicio, su cui è basata tutta l'industria elettronica, germanio, arseniuro di gallio. Tanto più piccolo è il transistor, tanto maggiore è il numero di essi che può essere integrato in un dispositivo.

Applicazioni tecnologiche

Nel 1965 il cofondatore della Intel, Gordon Moore, osservò che il numero di transistor in un chip di computer raddoppiava ogni 18 mesi, grazie alla miniaturizzazione. Fino agli anni 2000 la "legge di Moore" è sempre stata verificata. Oggi i transistor dentro i circuiti integrati sono di dimensioni submicrometriche e uno dei tre elementi di base, quello di gate di un transistor MOS (Metal-Oxide-Semiconductor), ha dimensioni inferiori ai 200 nm. All'aumento di potenza dei calcolatori corrisponde la capacità di memorizzare informazioni. I dati digitali sono codificati in opportune sequenze di bit il cui valore è di 0 o 1, per cui memorizzare dati significa "scrivere zeri e uno" su opportuni supporti, come per esempio i sistemi ottici (CD o DVD). I bit sono fisicamente realizzati creando sul supporto zone opache e zone riflettenti. Il laser preposto alla lettura del dato sarà riflesso e opportunamente rivelato da una zona riflettente mentre sarà assorbito da una zona opaca: il primo caso sarà riconosciuto come uno il secondo come zero. La quantità delle informazioni dipende quindi dalla dimensione delle zone opache riflettenti: tanto più piccole sono tanto maggiore sarà il numero di dati memorizzati, cioè la densità delle informazioni. Si parla di dimensioni di alcune centinaia di nanometri con la tendenza a un'ulteriore riduzione. La riduzione della dimensione fisica delle zone opache e riflettenti impone la riduzione della lunghezza d'onda della luce laser usata per eseguirne la lettura, in pratica il colore, che deve essere sempre più verso il blu. Quindi ciò solleva complessi problemi sul fronte della realizzazione dei laser di lettura, ma anche un'esigenza legata al fenomeno della diffrazione che impedisce di distinguere due oggetti se la distanza che li separa e la loro stessa dimensione sono inferiori alla lunghezza d'onda impiegata per eseguire l'osservazione. In ottica questo fatto è noto come limite rifrattivo.

Lo stesso discorso vale per i supporti magnetici: l'aumento della densità di informazione dipende dalla riduzione delle dimensioni dei bit fisici. In questo caso si tratta di particelle di materiale ferromagnetico (ossidi di ferro o di cromo) tipicamente in grado di orientarsi opportunamente sotto l'azione di un campo magnetico esterno. In questo contesto la miniaturizzazione alle scale nanometriche solleva interessanti problemi fisici, i principali dei quali sono la coalescenza delle particelle e i movimenti casuali dovuti all'interazione termica. Il primo consiste nel fatto che due nanoparticelle poste a contatto fra loro possono unirsi a formare un'unica particella, un po' come due gocce d'acqua quando si toccano; il secondo consiste nell'impossibilità di mantenere un'orientazione definita a causa del movimento continuo che agita la materia alle scale microscopiche, anche alla temperatura ambiente.

Un altro settore che guarda con interesse le nanotecnologie è l'industria chimica per quanto riguarda la catalisi. Un catalizzatore è una specie chimica dalle caratteristiche peculiari, generalmente un metallo di transizione che favorisce le reazioni chimiche senza prendervi parte. Un esempio è il catalizzatore presente all'interno delle marmitte catalitiche, il cui ruolo è completare l'ossidazione degli idrocarburi parzialmente incombusti a CO_2 non pericolosa, limitando l'emissione di CO, velenoso, nonché limitare l'emissione di NO_x . Tipicamente i ca-

talizzatori sono realizzati in forma di piccole particelle o in forma di film sottile che ricopre piccole particelle di supporto in materiale inerte, per esempio ceramico. Il vantaggio offerto dall'uso di piccole particelle risiede nel fatto che, a parità di quantità di materiale, tanto minore è la dimensione delle particelle tanto maggiore è la superficie disponibile alla reazione chimica. A parità di superficie complessiva, il materiale in forma di piccole particelle sarà di quantità inferiore al materiale in forma di particelle più grandi, il che, considerando il costo dei metalli in uso, spesso elevato, comporta un risparmio di materiale molto importante. Le celle a combustibile (fuel cells), dispositivi elettrochimici in grado di generare energia elettrica attraverso ossidazione di un opportuno combustibile, sono un esempio paradigmatico dei benefici che porta un approccio nanotecnologico di importanza cruciale. Gli elettrodi a carbonio nanoporoso (materiale poroso con dimensione nanometrica dei pori) hanno un'enorme superficie esposta ai gas reagenti che può superare i $1.000 \text{ m}^2/\text{g}$ di materiale. Le particelle di catalizzatore di palladio prodotte in dimensioni nanometriche, possono essere disperse limitando, a parità di superficie catalitica, il componente più costoso e sono poste nello spazio in modo regolare a formare quello che si definisce reticolo cristallino. In un cristallo macroscopico, la regolarità del reticolo cristallino si estende alle dimensioni di tutto il solido: in questo caso si parla di un monocristallo. Ecco perché i cristalli più sono grandi e più sono preziosi. I materiali solidi sono costituiti dall'unione di innumerevoli monocristalli microscopici. Si parla in questo caso di policristalli. La dimensione dei singoli monocristalli è micrometrica. Un nanocristallo è un cristallo in cui la regolarità del reticolo cristallino si estende nello spazio per pochi nanometri, un solido nanocristallino è l'insieme di innumerevoli nanocristalli.

Invece nei solidi porosi si hanno solidi microporosi e solidi nanoporosi a seconda della dimensione dei pori. Conoscere la scala della porosità diventa importante se il solido interagisce con specie gassose e soluzioni, come nella totalità delle applicazioni legate alla catalisi. Per esempio un elettrodo poroso immerso in una soluzione durante un processo elettrochimico dimostra che quando la sua porosità è subnanometrica gli ioni solvatati (ioni che in soluzione si trovano circondati da molecole di solvente) di dimensioni nanometriche, non sono in grado di accedere ai pori. La superficie disponibile per la reazione è semplicemente l'area geometrica esposta alla soluzione. Se viceversa la dimensione dei pori è confrontabile con quella dello ione solvatato allora questo può accedere ai pori e la superficie realmente interessata dalla reazione è molto maggiore dell'area geometrica.

Gli strumenti per scopi e applicazioni nanotecnologiche

L'osservazione di oggetti di dimensioni confrontabili con la lunghezza d'onda è impedita dalla diffrazione. Oggetti di dimensione inferiore a qualche centinaia di nanometri non sono osservabili, in quanto non perturbano in alcun modo l'onda e risultano invisibili. Il microscopio ottico soffre di un limite fisico imposto dalle leggi dell'ottica che impedisce di ingrandire più di 100 o 200 volte.

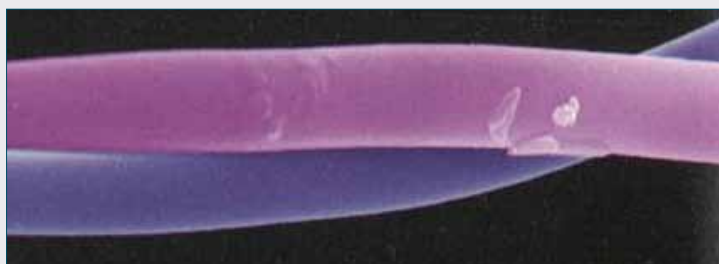


Fig. 1 - Nanotubi di carbonio al SEM di carbonio vetrificato

Invece con il microscopio elettronico questo è possibile: ne esistono di tipo SEM (Scanning Electron Microscope) e TEM (Transmission Electron Microscope). I microscopi elettronici si presentano come complessi sistemi costituiti da camere ad alto vuoto, dispositivi dalle pareti di acciaio all'interno dei quali l'aria è completamente rimossa mediante pompe da vuoto.

Il SEM consente ingrandimenti fino a centinaia di migliaia di volte, con risoluzione di pochi nanometri, è ideale per campioni di materiali conduttori, richiede metallizzazione del campione. Invece il principio di funzionamento di TEM è simile a quello di un proiettore per diapositive. Rispetto al SEM il TEM consente ingrandimenti maggiori. Grazie all'evoluzione della tecnologia elettronica informatica e micromeccanica e tecniche del vuoto a partire dagli anni Ottanta è stata sviluppata una classe completamente nuova di microscopi, quelli a scansione di sonda (Scanning Probe Microscopes, SPM, AFM Atomic Force Microscope e STM Scanning Tunneling Microscope). Sono strumenti di un'enorme potenza, consentono la visualizzazione di singoli atomi. Il posizionamento della punta di questi strumenti per il controllo di singoli atomi rappresenta il punto più estremo di codificare informazione binaria che si presenta come una sequenza di zero e uno: i bit fisici corrispondono a presenza dell'atomo come uno, assenza dell'atomo come zero in una sorta di scheda perforata nanometrica.

I processi che portano alla sintesi di nanoparticelle sono classificati in due tipologie:

- a) dall'alto verso il basso: di questa categoria fanno parte i processi tipici della microelettronica che producono nanostrutture rimuovendo materiale da parti macroscopiche, dall'alto in basso;
- b) dal basso verso l'alto: di questa categoria fanno parte i processi che assemblano nanostrutture preformate a guisa di mattoni fondamentali.

Nanoparticelle

La sintesi di nanoparticelle a partire da precursori in fase atomica-molecolare si basa sostanzialmente sulla loro aggregazione controllata. Il processo è molto simile a ciò che si verifica quando il vapor d'acqua condensa in piccole goccioline e forma la nebbia.

Dal punto di vista fisico sono importanti due condizioni: una quantità sufficientemente elevata di atomi in fase gassosa, un opportuno bagno termico entro cui gli atomi possono raffreddarsi, e quindi ne viene permessa l'aggregazione.

Ottenere una quantità elevata di precursori in fase gassosa è semplice quando si ha a che fare con elementi a basso punto di ebollizione,



Fig. 2 - Cristalli di grafite all'interno di una cavità Il cristallo ha la forma attorno ettagonale

come per esempio metalli alcalini o materiali organici, per i quali basta un semplice riscaldatore elettrico. Invece quando si vuole ottenere nanoparticelle di metalli ad elevato punto di ebollizione o materiali refrattari, come il carbonio, il problema è più complicato. I metodi che si adottano per ottenere una quantità sufficientemente elevata di atomi precursori sono tre: vaporizzazione laser, arco elettrico, bombardamento ionico (sputtering). Gli atomi liberati vengono posti a contatto con gas inerte che funge da bagno termico all'interno del quale si ha la formazione delle nanoparticelle.

La scoperta del C_{60} è venuta nel 1996 (ed è valse il premio Nobel per la chimica a Richard Smalley, Harold Kroto, e Robert Curl). Attorno ai nanotubi (Fig. 1) è cresciuto un grande interesse stimolato dalle loro possibili applicazioni. I lavori più importanti hanno portato alla scoperta di C_{60} (una particolare nanoparticella chiamata buckminsterfullerene di dimensioni 0,7 nm con la forma classica del pallone di calcio icosaedro troncato). La sintesi di nanotubi si ottiene tramite un arco elettrico innescato tra due barrette di grafite (Fig. 2) in presenza di polvere metallica oppure di nichel che fungono da catalizzatore, in atmosfera inerte. L'anodo è eroso, mentre sopra il catodo si raccoglie un deposito grigiastro costituito da matasse di nanotubi di carbonio intrecciati. Un metodo alternativo sfrutta la decomposizione di precursori molecolari organici sopra substrati mantenuti ad alta temperatura, ricoperti da particelle di nichel. Il nanotubo cresce in modo ordinato sopra la nanoparticella di nichel, la cui dimensione determina il diametro del nanotubo. Il carbone è un elemento di grande importanza e i nanotubi di carbone hanno ottime caratteristiche di conducibilità elettrica fra diversi strati che permettono la dissipazione del calore. Possono essere usati allineati su opportuni substrati e possono essere impiegati nella realizzazione di schemi ultrapiatti (Flat Panel Display, FPD): hanno capacità di emettere elettroni per l'effetto di campo e di eccitare dei fosfori che emettono la luce. Sulla base di questo è possibile produrre schermi a cristalli liquidi spessi come un foglio di carta. Inoltre le proprietà di C_{60} e delle sostanze di struttura organica possono dare il loro contributo in processi come la produzione dell'idrogeno (L. Campanella, D. Lelo, Ph.D, tesi del dottorato, AA 2009).

Grande importanza dal punto di vista nanotecnologico hanno i film sottili. Si tratta di strati atomici o molecolari, supportati da opportuni substrati con spessore di poche decine di nanometri. Trovano impiego in: ricoprimenti duri per applicazioni in tribologia, scienza che studia gli attriti e la meccanica nell'ottica per la produzione di dispositivi elet-

tronici integrati nei quali la tecnologia dei film sottili è affiancata dalle tecniche litografiche.

L'elettronica è stato il primo settore tecnologico ad affrontare le problematiche sollevate dalla gestione della materia alle scale nanometriche. La miniaturizzazione è un processo perfettamente lecito, l'ipotesi del continuo all'occhio, ma costituita da tanti punti colorati se osservata con una lente (Fig. 3). La miniaturizzazione è arrivata alle scale di granularità della materia con i problemi tecnologici. I minuscoli conduttori in alluminio di circuiti integrati soffrono il fenomeno della elettromigrazione; atomi di alluminio sono strappati dalla loro sede dal flusso di elettroni. Per eliminare questo problema si sostituisce l'alluminio con rame. Alle scale nanometriche gli elettroni hanno le caratteristiche ondulatorie (meccanica quantistica). Quindi si parla di elettronica fondata sulle proprietà quantistiche della materia alla base del calcolatore *quantum computing*, come le proprietà magnetiche dell'elettrone, momento spin: questa disciplina si chiama "spintronica". I circuiti integrati realizzati da film sottili hanno una struttura non planare ma estesa a tre dimensioni.

Applicazioni e potenzialità

La tecnologia dei film sottili è impiegata per modificare le caratteristiche fisiche delle superfici dei materiali e non quelle estetiche.

La metallizzazione dei materiali plastici è un processo utilizzato nel ciclo produttivo di molti oggetti che ci circondano, da cover dei cellulari, a moltissimi elettrodomestici, ai fari delle automobili.

L'impiego nel settore tribologico è importante e consiste nel modificare i fenomeni di attrito che intervengono nella movimentazione meccanica, rendendo, per esempio, particolarmente dure le superfici di contatto. Esempio di ricoprimento duro per applicazioni tribologiche sono tipicamente i nitru e i carburi di cui sono rivestiti i materiali degli utensili meccanici, punte, frese e il diamante artificiale di cui sono rivestite le testine hard disk. I film sottili di diamante artificiale non possono essere impiegati per ricoprire gli utensili meccanici a causa della loro elevata temperatura di esercizio; alle alte temperature, infatti il diamante si trasforma in grafite. Un esempio sempre in questo campo sono i film di teflon delle padelle antiaderenti. Il controllo di bagnabilità di una superficie mediante un ricoprimento a film sottile opportuno può rendere idrofila una superficie idrofoba e viceversa. Tramite le particelle ceramiche opportunamente funzionalizzate con composti organici allo scopo di ridurre la tensione superficiale dell'acqua, è possibile realizzare superfici non soggette a quelle condense. Le nanoparticelle ceramiche consentono l'estrusione di pezzi di questo materiale dalle forme più svariate, cosa impossibile in altri casi. Inoltre a questo si aggiungono le proprietà peculiari delle nanoparticelle sintetizzate a temperature inferiori alle corrispondenti particelle micrometriche e la migliore lavorabilità meccanica. Nanocompositi trovano impiego in packaging, per esempio PE e PET impiegati per le bottiglie di acqua o altri liquidi alimentari, ma non impermeabili all'ossigeno. Questo fatto pregiudica quei prodotti con le caratteristiche organolettiche soggette al degrado in presenza di ossigeno, per esempio la birra. Un nanocomposito costituito da un polimero caricato a nanoparticelle può offrire le caratteristiche

necessarie di impermeabilità all'ossigeno. Nel campo della salute, delle cosmesi e della ricostruzione della pelle la produzione di nanoparticelle con permeabilità all'ossigeno porterà benefici risolvendo molti problemi legati al derma ed altri ancora.

Campo energetico

L'introduzione di nanotecnologie in campo energetico porta enormi benefici anche sul fronte del risparmio per le possibilità che esse offrono di sfruttare processi e sistemi nelle celle a combustibile, come l'effetto di termoelettricità o l'effetto Peltier. Inoltre, qui possiamo nominare gli aerogel. In questo caso si tratta di materiali nei quali la nanoporosità è spinta all'estremo. Si sa che un aerogel è una sorta di schiuma solida cioè un materiale a bassissima densità e bassissima conducibilità termica, il che lo rende un isolante termico. Se a questo aggiungiamo un opportuno materiale di cui caricare gli aerogel, si produce per esempio l'aerogel vetro: esso è sostanzialmente trasparente e questa proprietà ottica è legata alla nanostruttura nella quale la dimensione nanometrica dei buchi impedisce la rifrazione della luce, preservando il cammino ottico dei raggi luminosi. Se la dimensione dei buchi fosse micrometrica il materiale sarebbe apparentemente bianco.

Un aerogel di schiuma di vetro è un ottimo isolante termico trasparente, ideale per riempire le intercapedini delle finestre a doppio vetro, abbattendo la dispersione del calore. Come nel caso di energie rinnovabili l'utilizzo di specchi di vetro migliorerà le prestazioni.

Basandosi su questi principi di funzionamento possiamo citare due fenomeni importanti:

- 1) effetto o fenomeno Seebeck, processo fisico nel quale una giunzione fra due metalli diversi diviene generatore di forza elettromotrice se attraversata da un flusso di calore;
- 2) effetto Peltier, in cui una giunzione fra metalli diversi alimentati elettricamente in modo opportuno diventa una pompa di calore in grado di raffreddare.

Le nanotecnologie danno nuovo lustro a questi fenomeni grazie alla realizzazione di dispositivi in grado di consentire un uso effettivo, potenzialmente su vasta scala. Per esempio depositando film di cinque nanometri di tellururo di antimonio (SbTe) su un film di un nanometro di tellururo di bismuto e ripetendo la sequenza più volte, si ottiene un multistrato semiconduttore che, attraversato dall'elettricità, da un lato diventa caldo e dall'altro freddo.

Multistrati di questo tipo miniaturizzati possono essere in grado di raffreddare in modo estremamente localizzato i microprocessori dei PC. Un aumento dell'effetto Peltier può avere ricadute sull'intera industria del freddo; lo stesso vale per i generatori nanotecnologici a effetto Seebeck: ogni sorgente di calore, compreso il calore residuo dei processi industriali, può essere utilizzato per generare energia elettrica.

Le applicazioni dei cristalli fotonici

I cristalli fotonici sono materiali a nanostrutture con schiere ordinate di fori e possono rappresentare la rivoluzione optoelettronica in cui i fotoni assumono il ruolo degli elettroni. L'utilità dei semiconduttori deriva dal

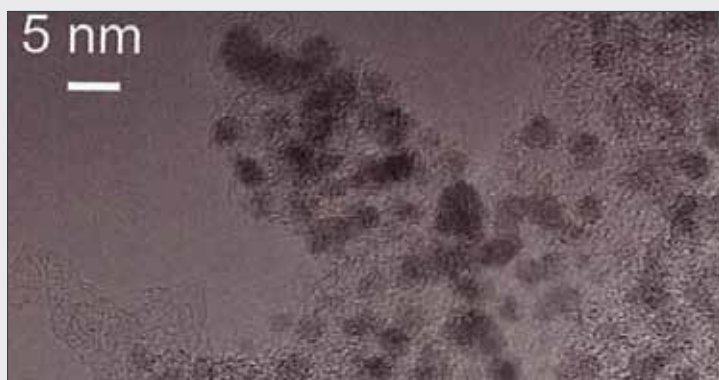


Fig. 3 - Immagine di un nanocomposto costituito da carbonio e nanoparticella di un metallo

controllo della disponibilità di elettroni e lacune, sopra e sotto il gap di banda. Esistenza e proprietà di un gap di banda elettronica dipendono in modo cruciale dal tipo di atomi presenti nel materiale e dalla struttura cristallina in cui sono organizzati, ovvero dalla forma del reticolo che essi possono costituire.

La luce che incide su materiali forati dà origine a un fenomeno di riflessione e di parziale riflessione su interfacce interne tra aria e vetro. È importante sottolineare che i fasci sovrapposti si rafforzano o si cancellano l'uno con l'altro in dipendenza della lunghezza d'onda della luce, della direzione di propagazione, dell'indice di rifrazione del vetro e delle dimensioni di tutte le lacune. Modificando la struttura del gap di banda si producono altri effetti: una cosa simile si fa drogando semiconduttori elettronici.

Le fibre ottiche sono state scoperte nel 1987. Una fibra ottica è un tipo di materiale utile a gap di banda incompleto con cristalli fotonici bidimensionali che possono impedire alla luce di propagarsi in un piano. Ma i cristalli fotonici possono essere anche tridimensionali e in questo caso viene formata una nuova fibra ottica che possiede un indice di rifrazione molto alto e che confina la luce per riflessione totale. Un esempio del genere sono i laser a stato solido di titanio-zaffiro (fibra ottica). Le fibre ottiche utilizzano il principio del gap di onda per guidare la luce. Tubi capillari di SiO_2^* formano un materiale ottico a gap di banda che confina la luce nel foro centrale di circa 15 micrometri di diametro (Fig. 3). Il gap di banda dipende da come le onde interagiscono con centinaia di fori: si tratta di un processo complicato.

Dopo numerosi studi è stato scoperto che la configurazione tetraedrica del diamante è la più efficace per formare un gap di banda fotonica già per un indice di rifrazione 1,87 e molti materiali ottici hanno indice di rifrazione maggiore di 3. Un esempio di gap di banda fotonica naturale è rappresentato dalle ali di farfalla e dall'opale costituito da sfere sub micrometriche di silice disposte in una struttura compatta cubica a facce centrate.

Le fibre ottiche sono state utilizzate in più svariati settori, anche in campo militare (missilistica). Oggi sono sempre in miglioramento le tecni-



Fig. 4 - Campione di aerogel composto da microfibre di silice. Si nota il colore trasparente un peso di 0,7 g e capace di sostenere uno di 100 g

Tab. 1 - Differenti tipi di dispositivi

Numero	Dispositivo	Descrizione	Stato dell'arte
1	Laser ottici	Materiali a gap di banda bidimensionali estesi alla terza dimensione	
2	Laser nanoscopici	Le più piccole cavità ottiche e i più piccoli laser, formati in un materiale a gap di banda bidimensionale a film sottile	Dimostrazioni sperimentali
3	Antenne a radiofrequenze, riflettori	Utilizzo di induttori e condensatori, anche materiali dielettrici	Dimostrazione sperimentale per la risonanza magnetica
4	Diodi a emissione di luce	Strutture a gap di banda fotonica che può estrarre la luce con elevata efficienza superiore a 50%	Dimostrazione sperimentale ma devono competere con metodi alternativi
5	Circuiti integrati fotonici	Film sottili bidimensionali confrontati con circuiti integrati per produrre filtri di canale modulatori, accoppiatori	In via di sviluppo

che di produzione di fibra ottica secondo campi di applicazioni. Le tecniche principali partono da gel e aerogel con utilizzo di processi come: adsorbimento a) chimico-fisico; b) fisico-meccanico con il quale è possibile migliorare le prestazioni (Tab. 1).

Le nanotecnologie nel settore chimico

Le particelle di biossido di titanio di dimensioni inferiori a micrometri possono essere indotte ad autoassemblarsi nella struttura dell'opale. TiO_2 è il pigmento bianco utilizzato nella produzione di colori e nella sbiancatura della carta (Fig. 5).

La diffusione della luce coerente che deriva dalla struttura a gap di banda del biossido di titanio può fornire una maggiore bianchezza con impiego di una massa inferiore di pigmento. I cristalli fotonici possono essere sfruttati per tingere le pareti o per rendere più bianca la carta.

La catalisi chimica

L'efficienza dei processi catalitici è stata aumentata grazie alle nanotecnologie. Le dimensioni nanometriche delle particelle consentono che la superficie complessiva del catalizzatore sia più estesa a parità di massa. Questo fatto offre le possibilità di impiegare nanocompositi da una matrice a elevata porosità sulla quale siano fisicamente supportate le nanoparticelle catalitiche attive. Si può immaginare una matrice

*Le esperienze di un lavoro di tesi di laurea sui modelli, metodi e schemi di produzione di gel di silice hanno verificato sia le differenze apparenti (colore, opalescenza) che quelle chimico-fisiche e meccaniche. Il numero di elettroni e lacune è regolato da qualità e quantità degli atomi droganti ed a sua volta regola le proprietà del materiale ai fini dei campi di applicazioni di questi gel e aerogel (L. Campanella, D. Lelo, Produzione del gel di silice marker in laboratorio, maggio 2004).

nanoporosa ricoperta con tecniche da film sottile e da un sottilissimo strato di materiale attivo.

L'oro in dimensioni micrometriche non mostra alcuna attività catalitica, ma quando le dimensioni si riducono a nanometriche diventa migliore del platino. I settori più importanti in cui trovano applicazione catalizzatori a base di nanoparticelle d'oro sono due:

- le marmitte catalitiche nelle quali la decomposizione del monossido di carbonio e degli ossidi può venire anche a temperature ridotte;
- le celle a combustibile.

Le nanotecnologie portano benefici in campo chimico ambientale: un esempio sono le proprietà fotocatalitiche degli ossidi metallici, in particolare del biossido di titanio (TiO_2).

Sulle possibilità di impiego di nanoparticelle di TiO_2 distribuite su grandi superfici (edifici, strade illuminate dalla radiazione solare contenente sia pure in minima parte UV) e sul conseguente abbattimento degli inquinanti ambientali, sono in corso molti studi. L'uso di un sensore in grado di misurare la salute del suolo tramite determinazione nelle particelle più fini di sostanze inquinanti è in via di sviluppo, ed in particolare è stato l'obiettivo di studio del progetto CE Erasmus Mundus Cooperation, anno acc. 2009/2010. L'attività fotocatalitica del TiO_2 trova interessante applicazione nel campo della produzione dell'idrogeno, il cui ruolo come vettore energetico è molto importante. È nota la reazione di fotolisi dell'acqua mediata da TiO_2 . Le nanoparticelle di TiO_2 possono fornire il fotocatalizzatore dal quale si può ricavare idrogeno dall'acqua per semplice irraggiamento solare.

Il monitoraggio ambientale

Il monitoraggio ambientale, e in generale il settore sensoristico, riceve enormi impulsi dalle nanotecnologie. Si tratta di un contesto tecnologico che può trarre beneficio sia dalla possibilità di realizzare elementi sensibili nanostrutturati sia dalle possibilità offerte di microlavorazioni meccaniche e di microelettronica.

Disporre della parte di *sensing* dell'elettronica di gestione e quella dedicata alla trasmissione dei dati integrate in un unico dispositivo porta alla costruzione di una vera unità di monitoraggio *stand-alone*. Disposi-

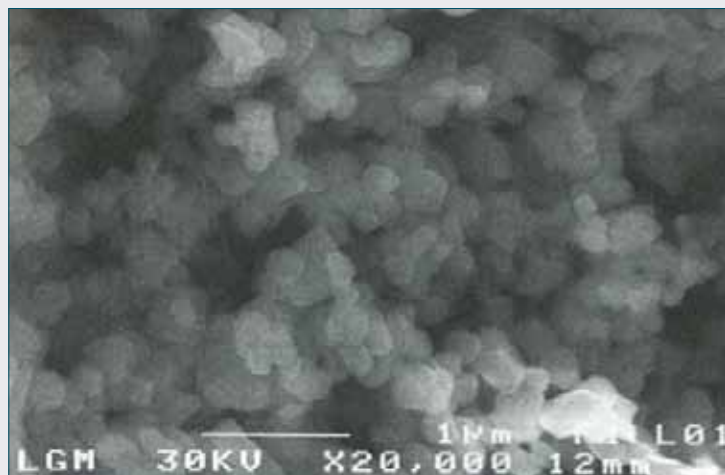


Fig. 5 - Immagine al SEM di cristalli di TiO_2 sub micrometrici

tivi di questo genere sono costituiti da un gran numero di microsensori differenti dedicati alle micelle gassose: sono i cosiddetti nasi elettronici sviluppati in numerosi centri di ricerca.

Il corpo umano e le nanotecnologie

Il corpo umano è una macchina speciale formata da particelle piccolissime, funziona sulla base di massa, energia, velocità e movimenti che fanno scattare meccanismi di reazione, trasformazioni, cambiamenti. Il nostro organismo è un sistema molto complesso da cui bisogna prendere spunto. Esso serve da precursore per molte reazioni e quando esso è a contatto con l'ambiente esterno dirige stimoli, comportamenti, sensi, curiosità, pensieri.

L'utilizzo del DNA come impalcatura per organizzare altre molecole in un reticolo, compreso quelle che di per sé non formano strutture cristalline, è possibile e può dare una svolta importantissima.

Le ricerche scientifiche che usano le nanoparticelle, segnalano interessanti applicazioni ai problemi di salute: per esempio, multistrati di silicio poroso servono a trasportare i farmaci al sito giusto; capsule installate nel corpo, sono formate da una membrana di silicio, che si comporta come una ghiandola e come tale può rilasciare la giusta dose di farmaco; rigenerazione dei tessuti nel caso delle ossa fratturate con uso di prodotti nano che funzionano come "colla o leganti", utilizzo di nanochip per la proteomica, per la diagnosi precoce a partire dall'analisi delle proteine: sono tutti esempi delle nanotecnologie per contribuire a definire lo stato di salute, migliorare la vita a molte persone e superare le barriere che un corpo umano pone per difendersi dagli organismi estranei.

Nanostrutture a doppia elica possono essere realizzate tramite aggregati macroscopici di materia, costituiti da molecole progettate e unite in una struttura controllata con precisione nanoscopica. Capire e spiegare differenti fenomeni che avvengono all'interno del nostro corpo a livello cellulare (dimensioni del centesimo di millimetro), molecolare (dimensioni dell'ordine del milionesimo di millimetro) e atomico può contribuire in modo positivo a evitare inconvenienti.

I progetti di costruzione di un "cervello artificiale" partono dalla robotica fino alle neuroscienze. Si sa che ogni neurone funziona sulla base di complessi meccanismi elettrici: i segnali partono dalla membrana cellulare dove si aprono e si chiudono canali che trasmettono l'impulso fino alla sinapsi, il punto di contatto tra due neuroni. Lì vengono rilasciati i neurotrasmettitori, sostanze chimiche che a loro volta favoriscono la comunicazione tra le cellule nervose.

Le simulazioni partono da processi, ragionando come se il cervello fosse un computer e si costruiscono gli algoritmi di una certa funzione. Poi gli algoritmi vengono immessi in un computer che, a sua volta, funziona come fosse un cervello dal punto di vista dei processi, ma non dal punto di vista dei singoli passaggi.

Sono tante le domande che aspettano risposte: per esempio perché il nostro tessuto cerebrale funziona in un modo piuttosto che in un altro. La simulazione dei dati sul funzionamento di un cervello umano tramite un computer biologico può servire a dare delle risposte su

come fa il cervello a passare dal livello "materiale" al pensiero o alla coscienza. È importante spiegare il passaggio tra comportamento e fenomeni biologici a livello cellulare: su questo possono essere costruite le macchine pensanti. Il simulatore del cervello potrà dare informazioni precise su quanto accade quando introduciamo una certa sostanza nel sistema nervoso centrale. In questo modo è possibile curare con efficacia molte malattie e guarire quelle che ancora sono prive di una terapia adeguata. Questi computer sono in grado di elaborare i dati relativi a 10 mila neuroni e 30 milioni di sinapsi. Con l'aiuto di un programma 3D è possibile visualizzare e capire come la materia cerebrale muti in risposta a uno stimolo esterno (progetto sull'intelligenza artificiale in medicina) (Fig. 6).

Tipologie di computer da utilizzare nel campo delle nanotecnologie

1. Costruzione di computer chimici che si basano sullo sviluppo di modelli matematici derivati dalla meccanica quantistica e che sono in grado di simulare sistemi chimici con grafici e schemi di calcolo matematico sulle grandezze fisiche (come struttura, energia, distribuzione elettronica), per prevedere la natura dei legami chimici e quindi affrontare sistemi chimici sempre più complessi con componenti di dimensione nanometrica e contribuire alla costruzione di macchine a logica molecolare: ciò significa che è importante la costruzione delle macchine che devono lavorare su singole molecole o meglio atomi, quindi macchine sempre più piccole e sempre più potenti;
2. utilizzo dei computer biologici che usano la simulazione di milioni di dati e la loro elaborazione con sistemi algoritmici: può essere un grande vantaggio e dare delle spiegazioni nel campo delle neuroscienze;
3. miniaturizzazione di strumenti di analisi e ricerca: può aiutare a individuare particelle di dimensioni dell'ordine nano con approccio top down e sempre più funzionali; essa può ispirarsi ai processi naturali della vita intorno a noi, che avvengono sulla base di movimento, energia e massa di un corpo, ma anche all'interno del nostro organismo;
4. studio degli unici atomi che creano disordine (sono proprio quelli che innescano, meccanismi, trasformazioni, cambiamenti di strutture, funzioni, legami, reazioni, sistemi).

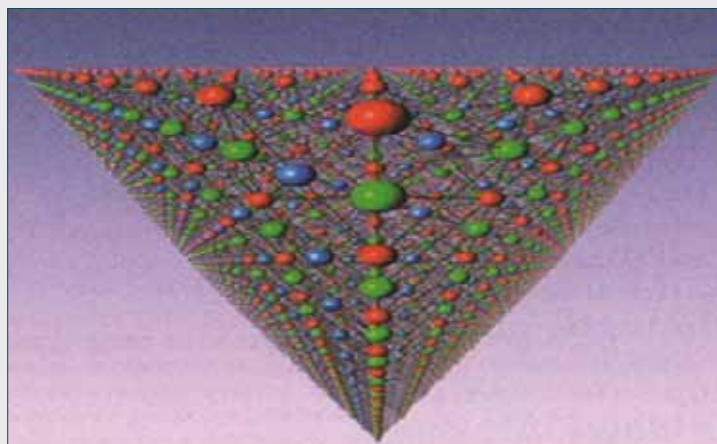


Fig. 6 - Chimica computazionale

Conclusioni

Oggi, molti meccanismi di reazione (in differenti campi) che coinvolgono un numero elevato di particelle, sono già conosciuti e studiati. L'elaborazione di dati ottenuti dallo studio di questi meccanismi si realizza tramite sistemi matematici statistici di programmazione. Invece sullo studio di un'unica particella, c'è ancora molta strada da fare. Effetto o azione delle particelle più piccole della materia potrebbero dare un contributo migliore sulle differenziazioni di informazioni basandosi sulla specificità dei dati ottenuti e indirizzando verso quali siano i campi dove si possono applicare tali tecnologie e quali siano i limiti in termini di sicurezza. Per la costruzione di strumenti sempre più complessi di ultima generazione e che possono interfacciare ogni piccola particella, è necessario tener presente e controllare alcuni parametri importanti come energia, movimento, segnali che arrivano dal movimento delle particelle piccole, tempo ed infine evidenziare il segnale che causa disordine e porta cambiamenti sia di struttura, ma anche di funzione della particella che si studia. Quindi è necessario adottare modelli di produzione dei "materiali nuovi" costituiti da nanoparticelle che non comportino costi e che possano risolvere i problemi. Le caratteristiche dei prodotti devono garantire la soddisfazione di bisogni e la durata nel tempo, in modo da migliorare la qualità della vita.

Bibliografia

- [1] L. Campanella D. Lelo, *Chimica e Industria*, 2012, **94**(7), 112.
- [2] L. Li *et al.*, *Journal Nano Energy*, 2012, **1**(1), 91.
- [3] R.T. Chen *et al.*, *Renewable Energy*, 2012, **40**(1), 24.
- [4] Y. Vygranenko, *Nanocrystalline Photovoltaics*, 2010, **94**(11), 1860.
- [5] S. Guha *et al.*, *Solar Cells and Modules*, 2011, **6**, online 308.
- [6] Y. Vygranenko *et al.*, *Comprehensive Coordination Chemistry II*, 2010, 719; *Electronics*, 1949, 2829.
- [7] L. Campanella, D. Lelo, *Chimica e Industria*, 2008, **90**(4), 128.
- [8] R.G. Davies, *Computer programming in quantitative biology*, Academy Press, London-New York, 1998, 492.
- [9] P.R. Mishra *et al.*, *Energy Studies*, 1996; available online, 15 February 1999.
- [10] M.M. Benjamin, J.D. Leckie, *Adsorption of Metals at Oxide Interfaces: Effects of the Concentrations of Adsorbate and Competing Metals*, Ch. 16, Vol. 2, Analysis, Chemistry, Biology, R.A. Baker (Ed.), Ann Arbor Science Publishers, Inc., 1980.
- [11] M.D.K. Nazeeruddin *et al.*, *Encyclopedia of Energy*, 2004, **6**(10), 17.
- [12] N.S. Lewis, *Photosynthesis, Artificial systems*, 2004, **6**, 14.
- [13] F. Decker, S. Cattarin, *Photoelectrochemical cells*, 2009, **23**(11).
- [14] T.I. Quickenden, G. Kim Yim(née Tan), *Solar Energy*, 2003.



Greta Bergamaschi (in the centre), winner of Pulidori Award

Begoña García Ruiz
Department of Chemistry
Universidad de Burgos (Spain)
begar@ubu.es

ISMEC 2013 SYMPOSIUM AND 6TH EDITION OF PULIDORI AWARD

The 2013 edition of the International Symposium on Metal Complexes (ISMEC 2013) (www3.ubu.es/ismec2013/), took place in Burgos, from the 16th to the 20th of June. Burgos is a medieval city located at the crossroads in northern Spain; it has been three-fold awarded as World Heritage site, for the Pilgrims Way to Santiago, the impressive gothic Cathedral and the archeological Atapuerca Site. The meeting was held at the Aula de Romeros at the Conference Centre in *Hospital del Rey*, the historical main building of Burgos University. *Hospital del Rey* was founded in 1195 by the King Alfonso VIII as a real Hospital to take care of the pilgrims in their way to St. James in Santiago de Compostela. Important restructuring and restoration works have been carried out from the XVI century until today.

120 participants from 17 countries attended the Conference, coming from every side of the world.

From the scientific standpoint, the program consisted of 7 Plenary Lectures delivered by well-known researchers, i.e. Bernhard Lippert (Dept. of Bioinorganic Chemistry, Technical University Dortmund, Germany) who talked on "Small molecules with great opportunities: Coordination Chemistry of cis- and trans-platin with nucleobases"; Pablo Espinet (IU, CINQUIMA-Química Inorgánica, Universidad de Valladolid, Spain) with the title: "The Making of Homogeneous Catalysis: Coordination Chemistry at Work"; Nicholas V. Hud (School of Chemistry and Biochemistry, Georgia Institute of Technology Atlanta, GA, USA) with the conference title: "Metal Ion Interactions in Nucleic Acid Folding and Structure"; Roger Alberto (Institute of Inorganic Chemistry, University of Zürich, Swiss): "Fundamental Bioorganometallic Technetium and Rhenium Chemistry in Targeted Molecular Imaging and Therapy"; Wolfgang J. Parak (Biophotonics Group, Philipps-University of Marburg, Germany) with the title: "Metal and Metal-Composite Particles for Delivery and Sensing in Biological Applications"; Bruno Chaudret (Laboratoire de Physique et Chimie de Nano-objects, Institut National des Sciences Appliquées, Toulouse, France): "Synthesis and Surface Chemistry of Organometallic Nanoparticles"; Jörg Grunenberg (TU Braunschweig, Germany): "How Strong is Strong? Compliance Constants as Unique Bond Strength Descriptors". In addition, five very interesting key-note lectures were pre-

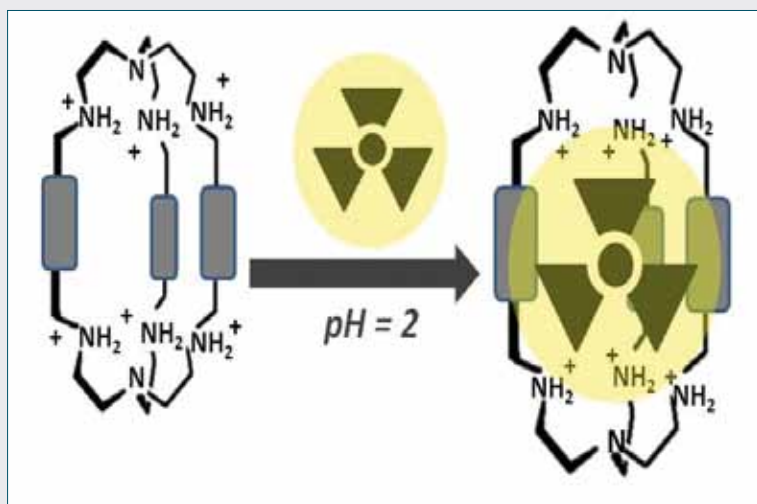
sented by young researchers: Benjamin Murray (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland); José V. Cuevas Vicario (University of Burgos, Spain); Giampaolo Barone (University of Palermo, Italy), Tarita Biver (University of Pisa, Italy); Pablo J. Sanz, (University of Zaragoza, Spain). The scientific program was completed with 28 oral contributions and 59 poster presentations, covering all the key topics on which the ISMEC 2013 Symposium is focused: bioinorganic and medicinal chemistry, nucleic acids and metal complexes, metal complexes and cations of environmental interest, molecular recognition, nanoparticles and atomic quantum cluster, coordination chemistry and reactivity, homogeneous catalysis, properties of metallic complexes and metal ions, stereoselective synthesis, computational chemistry, sensors based on metal complexes and structure-properties relationships in metal compounds.

ISMEC 2013 has incorporated, as a novelty, a brokerage special session aimed to promote the intermediation between participants, encouraging young researchers to exchange knowledge, sharing common points of scientific interest, and opening new scientific collaborations in the near future. The sessions consisted of offering/receiving proposals of collaborations. All attendants were aware of those others who might share common interests, in a way such that the bilateral or multilateral meetings run efficiently on a personalized fashion, giving way to further future contacts.

As to the 6th Pulidori Award, there were four young applicants, all of them of a very high scientific level. The Scientific Committee examined in detail both the curricula and papers presented and the final decision was in favor of Greta Bergamaschi from University of Pavia, who presented a lecture on "⁹⁹TcO₄⁻: Selective Recognition and Trapping in Aqueous Solution".

On behalf of the Organizing and Scientific Committees of ISMEC 2013, I would like to express our deepest thanks to the Burgos University, local authorities and sponsoring Institutions who have supported the conference and, of course, to all participants for having contributed to strengthen the ISMEC Conference.

The appointment for the next year is for ISMEC 2014, to be held in Pavia, in June 2014.



Greta Bergamaschi
Dipartimento di Chimica
Università di Pavia
greta.bergamaschi@unipv.it

TRAPPOLA PER $^{99}\text{TcO}_4^-$ IN ACQUA

$^{99}\text{TcO}_4^-$ è un inquinante radioattivo ubiquitario particolarmente pericoloso. L'alta affinità mostrata dal criptando 1H_6^{6+} nei confronti di questo anione apre nuove prospettive nello sviluppo di materiali per l'estrazione e il recupero del $^{99}\text{TcO}_4^-$ da soluzioni acquose contaminate.

La realizzazione di recettori molecolari e materiali in grado di riconoscere ed estrarre selettivamente il TcO_4^- in condizioni reali rappresenta un'importante sfida nell'ambito del riconoscimento molecolare [1]. La fonte più significativa di ^{99}Tc è il ciclo del combustibile nucleare, dove il radionuclide si trova nella forma di osso-anione $^{99}\text{TcO}_4^-$ [2]. In particolare il ^{99}Tc , debole emettitore β , deriva dai prodotti di fissione dell'uranio dei reattori nucleari e costituisce il 6% del prodotto totale di fissione [3]. A causa del tempo di vita molto lungo, il ^{99}Tc ($E_{\text{max}}=293$ keV, $t_{1/2}=2,1 \times 10^5$ anni), insieme al ^{129}I ($E_{\text{max}}=194$ keV, $t_{1/2}=15,7 \times 10^6$ anni), persiste per milioni di anni nelle scorie nucleari come inquinante radioattivo. L'elevata solubilità in acqua ($11,3 \text{ mol L}^{-1}$ per il sale di sodio, 20°C) e la buona mobilità rendono il pertecnetato un inquinante ubiquitario pericoloso, che può penetrare facilmente nella falda acquifera entrando nella catena alimentare [4]. Di conseguenza, la sintesi di recettori che permettano di determinare ed estrarre selettivamente il pertecnetato da scarti radioattivi e da campioni ambientali reali è di grande interesse.

I radioisotopi $^{99\text{m}}\text{Tc}$ e ^{188}Re sono inoltre usati come agenti diagnostici nella medicina nucleare. Per l'uso clinico, tecnezio e renio sono preparati dai generatori $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ e $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$; la produzione avviene direttamente in ambulatorio medico prima dell'impiego. In entrambi i casi, i radionuclidi si trovano in forma di osso-anione ($^{188}\text{ReO}_4^-$ e $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$) e vengono eluiti dal generatore in soluzione sterile e iso-

tonica. Le soluzioni sono iniettate come tali, oppure sono sottoposte a pre-concentrazione e utilizzate per la preparazione di radiofarmaci. Le grandi dimensioni e la bassa densità di carica dei due anioni costituiscono un limite per la progettazione di recettori molecolari e rendono il riconoscimento selettivo in soluzione acquosa difficile da attuare. Rispetto ad altri osso-anioni inorganici, il contributo entalpico in gioco nel processo di riconoscimento è infatti molto scarso. I materiali e i metodi usati sino ad oggi per la separazione e l'estrazione di ReO_4^- e TcO_4^- , manifestano scarsa selettività e spesso richiedono l'impiego di solventi dannosi per l'ambiente [2].

L'efficienza nel riconoscimento di ReO_4^- e TcO_4^- può essere ottimizzata usando recettori criptandi macrobicclici [5]. I criptandi hanno infatti il vantaggio di presentare una struttura preorganizzata e di generare una cavità le cui dimensioni possono essere ottimizzate in base ai requisiti dell'anione d'interesse. Come riportato in letteratura, i criptandi poliamminici, nella forma protonata, presentano una buona affinità per il perrenato [6]. I gruppi ammonio presenti nella cavità generano un campo elettrostatico convergente sull'anione e cooperano nell'interazione, formando legami a idrogeno multipli. La selettività dipende dalla complementarità geometrica tra l'anione e la cavità del recettore.

Il nostro gruppo di ricerca si è occupato di studiare l'interazione e la selettività di diversi recettori macrobicclici nei confronti di ReO_4^- e TcO_4^- , al fine di progettare un nuovo materiale per la determinazione, l'estra-

TcO_4^-	ReO_4^-
$r = 252 \text{ pm}$	$r = 260 \text{ pm}$
$\text{pKa} (\text{HTcO}_4) = 0.033$	$\text{pKa} (\text{HReO}_4) = -0.28$
$E^0 \text{TcO}_4^-/\text{TcO}_2 = 0.74 \text{ V}$	$E^0 \text{ReO}_4^-/\text{ReO}_2 = 0.51 \text{ V}$
$\Delta G_{\text{hydr}} = -251 \text{ kJmol}^{-1}$	$\Delta G_{\text{hydr}} = -330 \text{ kJmol}^{-1}$

Tab. 1 - Caratteristiche chimico-fisiche di ReO_4^- e TcO_4^- [7]

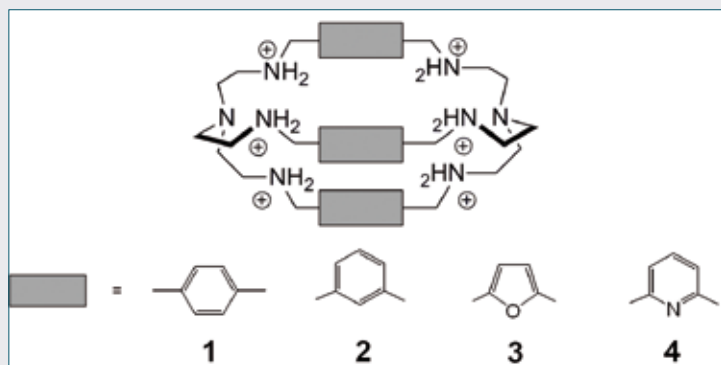


Fig. 1 - Criptati 1-4

$\log K_{11}$	1	2	3	4
Potenziometria	5.4(2)	3.5(1)	< 2	< 2
$^1\text{H-NMR}$ (pH=2.0)	>5	3.4(1)	< 2	< 2
ITC (pH=2.0)	5.17(1)	3.29(1)	< 2	< 2

Tab. 2 - Costanti di associazione determinate per i recettori 1-4 determinate in soluzione acquosa 0,1 M $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Na}$

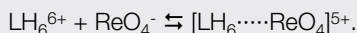
zione e il recupero dei due osso-anioni da soluzioni acquose.

Poiché ReO_4^- e TcO_4^- hanno caratteristiche chimico-fisiche molto simili (Tab. 1), il ReO_4^- è spesso utilizzato come modello, poiché disponibile commercialmente come isotopo stabile non radioattivo [7].

Abbiamo deciso quindi di studiare le capacità leganti di diversi sistemi macrobicclici in soluzione acquosa partendo dal perrenato. Questi recettori sono caratterizzati da due subunità tetramminiche tripodali (tren) legate covalentemente tramite spaziatori di diversa lunghezza e natura (Fig. 1); modificando lo spaziatore è possibile modulare la cavità del recettore e la selettività per gli anioni.

Le proprietà leganti dei recettori **1-4** sono state studiate in soluzione acquosa 0,1 M in $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Na}$ tramite titolazioni potenziometriche, $^1\text{H-NMR}$ e calorimetria isoterma di titolazione (ITC) [8]. Come elettrolita di supporto è stato usato il triflato di sodio, per le sue grandi dimensioni e scarsa competitività rispetto agli anioni studiati. In Tab. 2 vengono riportate le costanti di affinità con il ReO_4^- ottenute per tutti i recettori studiati.

I risultati ottenuti evidenziano che tutti i criptandi nella forma esaprotonata (presente a pH=2) formano con il perrenato addotti con stechiometria anione:recettore 1:1, in accordo con l'equilibrio:



Dal confronto delle costanti di affinità, determinate con tecniche differenti, emerge che l'affinità per il perrenato decresce lungo la serie

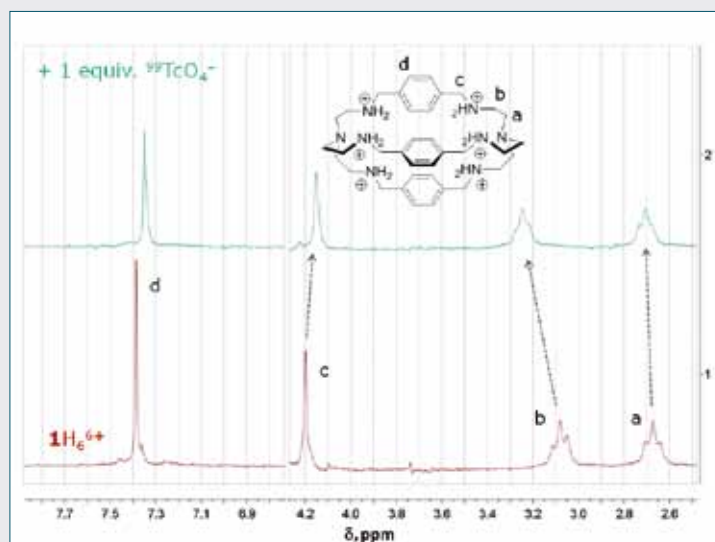


Fig. 2 - Spettri $^1\text{H-NMR}$ ottenuti per titolazione di una soluzione di recettore 1H_6^{6+} con $\text{NH}_4^{99}\text{TcO}_4^-$ (in D_2O a pH = 2.0, 0,1 M $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Na}$)

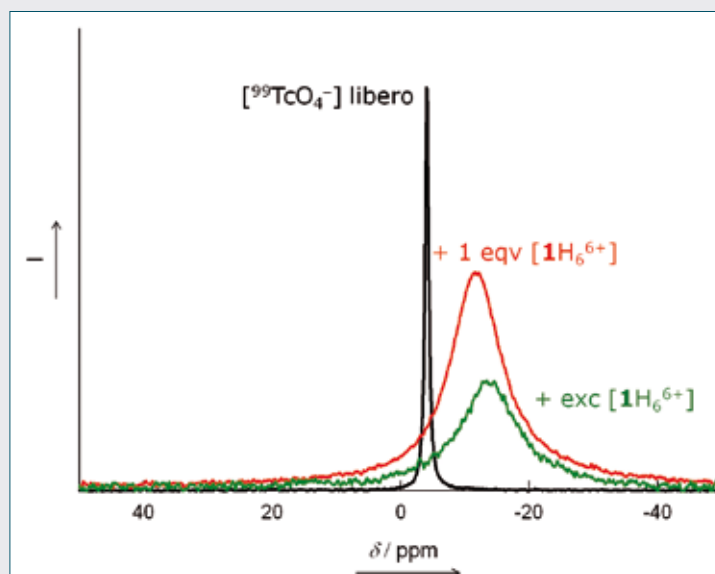


Fig. 3 - Spettri $^{99}\text{Tc-NMR}$ ottenuti su una soluzione di $\text{NH}_4^{99}\text{TcO}_4$ dopo aggiunta di differenti aliquote di 1H_6^{6+} (in D_2O a pH = 2.0, 0,1 M $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Na}$)

$1\text{H}_6^{6+} \gg 2\text{H}_6^{6+} \gg 3\text{H}_6^{6+} \sim 4\text{H}_6^{6+}$. L'elevata affinità per il perrenato del macrobicclico **1**, caratterizzato da spaziatori 1,4-dimetilbenzenici, è attribuibile a un effetto di complementarità geometrica tra l'anione e la cavità recettoriale. Abbiamo quindi proseguito gli studi testando l'affinità del recettore 1H_6^{6+} nei confronti del $^{99}\text{TcO}_4^-$ [9]. L'interazione con l'anione d'interesse è stata studiata in soluzione acquosa di $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Na}$ 0,1 M a pH=2 tramite titolazioni $^1\text{H-NMR}$ e $^{99}\text{Tc-NMR}$ e ITC. L'aggiunta di pertecnetato a una soluzione di recettore **1** in D_2O promuove lo spostamento a campi bassi dei protoni metilenici dell'unità tren, e in particolare dei protoni H_b , dovuto ad un effetto di polarizzazione dei legami CH metilenici a seguito della formazione di forti legami a idrogeno anione-recettore. Il parziale spostamento a campi alti dei protoni del frammento *p*-xillico e dei metili adiacenti (H_c e H_d) può essere attribuito ad un effetto di schermo della carica negativa dell'anione (Fig. 2).

CHIMICA & SISTEMI BIOLOGICI

Anione	$\log K_{11}^{\text{NMR}}$	$\log K_{11}^{\text{ITC}}$	ΔH° , [kcal/mol]	$T\Delta S^\circ$, [kcal/mol]
$^{99}\text{TcO}_4^-$	> 5	5.50(1)	-11.0(1)	-3.35
ReO_4^-	> 5	5.17(1)	-10.2(1)	-3.06
ClO_4^-	4.0(1)	3.91(1)	-8.34(1)	-2.91
NO_3^-	3.4(1)	3.41(1)	-3.36(1)	+1.36
Cl^-	< 2	2.25(1)	-1.38(1)	+1.76
Br^-	†	2.24(1)	-4.45(1)	-1.33
I^-	†	2.78(1)	-6.32(1)	-2.45

Tab. 3 - Costanti di associazione e parametri termodinamici determinati per il recettore 1H_6^{6+} con diversi anioni in (0,1 M $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Na}$ a pH=2). In parentesi le deviazioni standard

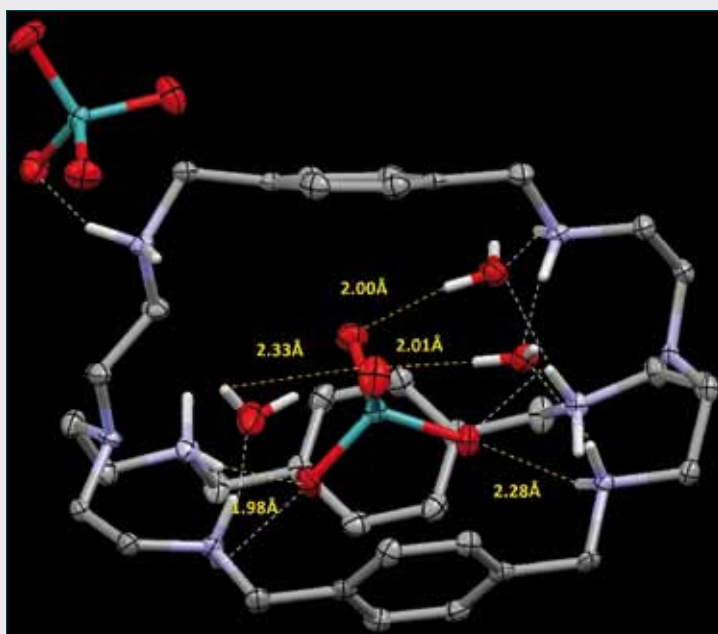


Fig. 4 - Struttura a raggi X di $[1\text{H}_6(\text{TcO}_4)](\text{TcO}_4)(\text{CF}_3\text{SO}_3)_4 \cdot 8(\text{H}_2\text{O})$. Per chiarezza nella struttura appaiono solo gli anioni TcO_4^- e le molecole di acqua coinvolte nell'interazione con il recettore

Grazie all'alta sensibilità del nucleo ^{99}Tc ($I=9/2$), l'interazione del recettore con il pertecnetato può essere studiata anche grazie esperimenti ^{99}Tc -NMR. $^{99}\text{TcO}_4^-$ è infatti caratterizzato da un segnale spettrale molto stretto ($\Delta\nu_{1/2}=2,7$ Hz), risultato di un campo elettrico cubico. La larghezza del segnale è collegata alla simmetria della distribuzione elettronica intorno al nucleo. In particolare, maggiore è l'asimmetria, minore sarà il tempo di rilassamento T_1 e maggiore l'allargamento del segnale NMR. In seguito all'aggiunta di 1 eq di recettore 1H_6^{6+} il segnale del $^{99}\text{TcO}_4^-$ si allarga e si sposta a campi alti. Entrambi gli effetti sono dovuti alla formazione di forti legami a idrogeno tra l'anione e la cavità del recettore, che perturbano la simmetria della nuvola elettronica del nucleo ^{99}Tc (Fig. 3).

La Tab. 3 riassume le costanti di affinità per il recettore 1H_6^{6+} ottenute tramite tecniche ITC e ^1H -NMR con il $^{99}\text{TcO}_4^-$, il ReO_4^- e altri possibili anioni competitori presenti in campioni reali.

I risultati sperimentali dimostrano che il recettore 1H_6^{6+} non è solo il più affine ma è anche il più selettivo nei confronti del TcO_4^- , che si trova al primo posto nella scala di selettività:

$^{99}\text{TcO}_4^- > \text{ReO}_4^- > \text{ClO}_4^- > \text{NO}_3^- > \text{I}^-$, Br^- , Cl^- .

I parametri termodinamici hanno permesso di approfondire la natura dell'interazione anione-recettore. Per gli osso-anioni l'interazione è governata da un termine entalpico molto favorevole, spiegabile con la formazione di legami a idrogeno multipli tra anione e recettore. L'entalpia in gioco nel processo è parzialmente controbilanciata da un termine entropico negativo.

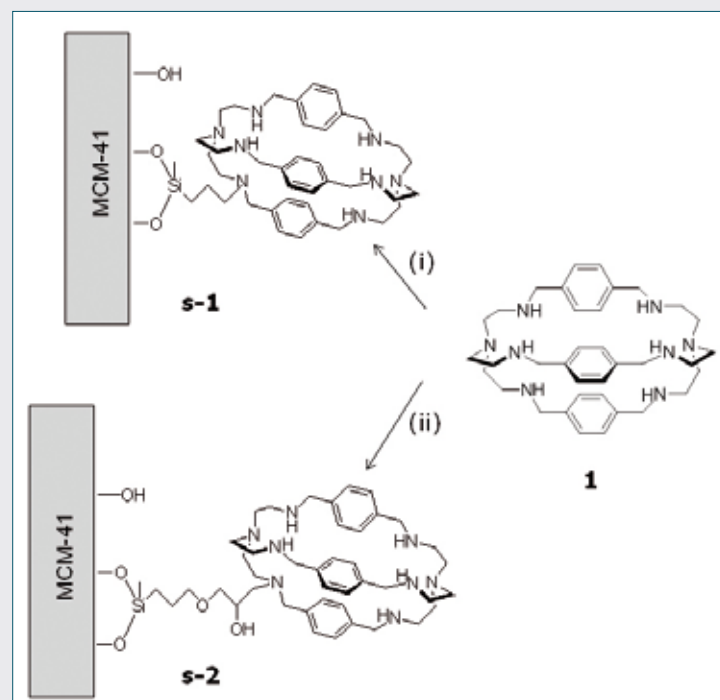
Questo comportamento è spiegabile ipotizzando la formazione di un complesso di inclusione ad alta organizzazione in cui l'anione è incluso nella cavità del recettore.

Questa ipotesi è stata confermata dalla struttura a raggi X del complesso (Fig. 4). Nella struttura sono presenti due differenti anioni TcO_4^- : uno incluso nella cavità e uno esterno. Entrambi gli anioni interagiscono con le ammine protonate del recettore **1** tramite legami a idrogeno. L'anione incapsulato si trova al centro della cavità e forma con i gruppi ammonio del recettore sia legami a idrogeno diretti sia mediati da molecole d'acqua.

La selettività del recettore 1H_6^{6+} per il $^{99}\text{TcO}_4^-$ in soluzione acquosa è attribuibile ad un contributo termodinamico favorevole, dovuto alla minore energia di idratazione che caratterizza l'osso-anione, nonché ad una stretta complementarità geometrica tra l'anione e la cavità del recettore.

È da notare che il recettore 1H_6^{6+} mostra la costante di affinità più alta nei confronti del $^{99}\text{TcO}_4^-$ finora riportata in letteratura.

Con l'obiettivo di realizzare un nuovo materiale per la determinazione, l'estrazione e il recupero del $^{99}\text{TcO}_4^-$ in soluzione acquosa, l'azacriptando **1** è stato ancorato su silice mesoporosa MCM-41 [10].



Schema 1 - Preparazione dei materiali modificati s-1 [(i): MCM-41 modificata con 3-cloropropiltrirossisilano] e s-2 [(ii): MCM-41 modificata con 3-glicidossipropiltrirossisilano]

La silice è stata prima modificata tramite la reazione con un precursore organico (Schema 1: 3-cloropropiltrimetossisilano, metodo i, e glicidossipropiltrieterossisilano, metodo ii).

La silice modificata è stata poi successivamente fatta reagire con il criptando **1**. Il materiale ottenuto è stato caratterizzato mediante analisi elementare (CHN), analisi SEM accoppiata a microanalisi a raggi X (SEM-EDS) e ^{29}Si MAS NMR.

La capacità del materiale è stata testata su campioni sintetici di ReO_4^- , costruendo le isoterme di assorbimento in soluzione acquosa ($\text{pH}=2$ $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Na}$ 0,1 M). È interessante notare che il materiale ottenuto è in grado di assorbire il ReO_4^- in soluzione acquosa, e che l'osso-anione è trattenuto dalla fase solida anche in presenza di cloruro a concentrazione 0,1 M. Questo risultato è molto promettente in vista dell'applicazione del materiale su campioni reali. L'applicazione del materiale al pertecnetato e studi con supporti alternativi alla silice sono in fase di studio.

Bibliografia

- [1] a) J.L. Sessler, P.A. Gale, W.S. Cho, in *Anion Receptor Chemistry*, Royal Society of Chemistry 2006; b) K. Bowman-James, A. Bianchi, E. Garcia-Espana, in *Anion Coordination Chemistry*, Wiley-VCH, Weinheim, 2012.
- [2] E.A. Katayev, G.V. Kolesnikov, J.L. Sessler, *Chem. Soc. Rev.*, 2009, **38**, 1572.
- [3] N.N. Popova *et al.*, *Russ. Chem. Rev.*, 2003, **72**, 101.
- [4] R. Colton, in *The Chemistry of Rhenium and Technetium*, 1st Ed., Wiley Interscience Publishers, New York, 1965.
- [5] V. Amendola *et al.*, *Coord. Chem. Rev.*, 2006, **250**(11-12), 1451; V. Amendola *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, 2010, **132**(1), 147.
- [6] S.O. Kang *et al.*, *Chem. Soc. Rev.*, 2010, **39**, 3980.
- [7] *Handbook of Chemistry and Physics*, D.R. Lide, H.P.R. Frederikse (Eds.), CRC Press, 1997, www.iupac.org/publications/pac/pdf/1969/pdf/2002x0133.pdf.
- [8] V. Amendola *et al.*, *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2012, 3410.
- [9] V. Amendola *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2012, **51**, 1; highlighted by *Nature Chemistry*, 2012, **4**, 772, doi: 10.1038/nchem.1472.
- [10] V. Amendola *et al.*, *Dalton Trans.*, 2013, **42**, 6227.

ABSTRACT

$^{99}\text{TcO}_4^-$ Trapping in Water

Unprecedented affinity for $^{99}\text{TcO}_4^-$ in water was obtained with receptor **1H₆⁶⁺**. The encapsulation of the anion in the receptor's cavity was pointed out by the crystal structure of the complex. The strong H-bonding interactions involving the caged anion in the crystal are consistent with the large binding constant observed in solution. These results open new perspectives for the development for tailored solid phases for the extraction of hazardous anions from contaminated aqueous solutions.

La Società Chimica Italiana su Internet

Sito web della Sci: www.soc.chim.it

È anche attiva una mailing list all'indirizzo: SCI-list@list.cineca.it

Blog della Sci: <http://ilblogdellasci.wordpress.com>

Gruppo Giovani: www.scigiovani.it

Sezioni

Abruzzo: www.sciab.unich.it/index.html
 Basilicata: www.soc.chim.it/it/sezioni/basilicata/home
 Calabria: www.soc.chim.it/it/sezioni/calabria/home
 Campania: www.scicampania.unina.it/index.htm
 Emilia Romagna: www.soc.chim.it/it/sezioni/emiliariomagna/home
 Friuli Venezia Giulia: www.dschi.univts.it/scifvg/
 Lazio: www.soc.chim.it/it/sezioni/lazio/home
 Liguria: www.chimica.unige.it/sci/
 Lombardia: http://users.unimi.it/sci_lombardia
 Marche: www.soc.chim.it/it/sezioni/marche/home
 Piemonte Valle d'Aosta: www.sci.unito.it/
 Puglia: www.scipuglia.uniba.it/
 Sardegna: www.soc.chim.it/it/sezioni/sardegna/home
 Sicilia: www.soc.chim.it/it/sezioni/sicilia/home
 Toscana: www.soc.chim.it/it/sezioni/toscana/home
 Umbria: www.chm.unipg.it/chimngen/sci_umbria.htm
 Veneto: www.chimica.unipd.it/gdc/sciveneto.html

Divisioni

Chimica Ambientale e dei Beni Culturali: www.socchimadabc.it/
 Chimica Analitica: www.soc.chim.it/it/divisioni/analitica/home
 Chimica Farmaceutica: www.soc.chim.it/it/divisioni/farmaceutica/home
 Chimica Fisica: www.soc.chim.it/it/divisioni/fisica/home
 Chimica Industriale: www.chimind.it/
 Chimica Inorganica: <http://dcf.mfn.unipmn.it/>
 Chimica Organica: www.soc.chim.it/it/divisioni/organica/home
 Chimica dei Sistemi Biologici: www.soc.chim.it/it/divisioni/sisbio/home
 Didattica Chimica: www.soc.chim.it/it/divisioni/didattica/home
 Elettrochimica: www.soc.chim.it/it/divisioni/elettrochimica/home
 Spettrometria di Massa: www.soc.chim.it/it/divisioni/sdmassa/home
 Chimica Teorica e Computazionale: www.soc.chim.it/it/divisioni/teocomp/home

Gruppi interdivisionali

Catalisi: <http://gic.istm.cnr.it/>
 Chimica dei Carboidrati: <http://www.gicc.farm.unipi.it>
 Scienza e Tecnologia degli Aerosol: www.socchimadabc.it/
 Spettroscopie Raman ed effetti ottici non lineari:
 Fotochimica: <http://ww2.unime.it/gif/GIF/Home.html>
 Radiochimica: <http://www.lasa.mi.infn.it>
 Sicurezza in Ambiente Chimico: www.gisac.it
 Scienza delle Separazioni: www.scisep.it
 Green Chemistry - Chimica Sostenibile: <http://www-2.unipv.it/photochem/greenchemistry>



Claudio Botrè
Professore Ordinario di Chimica Fisica
Università di Roma "La Sapienza"
claudio.botre@gmail.it

LA DATAZIONE DELLA SINDONE MEDIANTE RADIOCARBONIO

La disputa sull'autenticità della Sindone sembrò conclusa con i risultati conseguiti grazie alle nuove tecniche scientifiche, basate su spettrometria di massa e su misure del decadimento radioattivo di radioisotopi. Successivamente sono emersi nuovi dubbi relativi al possibile ruolo di agenti contaminanti, conseguenti sia alla continua esposizione ambientale del reperto durante la sua conservazione, sia alle operazioni di prelievo dei campioni sottoposti alle indagini. Tutti questi aspetti sono considerati e discussi nella presente nota.

Introduzione

La Sacra Sindone non è soltanto il più importante reperto archeologico esistente, e non solo per i cristiani, ma perché, essendo direttamente legato alla nascita di Gesù, è anche legato a quello che è il punto di riferimento universalmente assunto per l'attuale computo del tempo. L'anno iniziale della nostra Era (impropriamente definito "anno zero") rappresenta, ovviamente, il riferimento anche per la collocazione spazio-temporale di eventi precedenti a tale data e che sono, infatti, indicati come "a.C." (*ante Christum*). Questa "calendar age" è anche in relazione con la *datazione radiocarbonica convenzionale*, calibrata sulla base di diverse acquisizioni archeologiche note, per esempio una di queste si basa sul tempo medio di crescita annuale dei coralli, tramite il quale si sono potute valutare datazioni fino a circa 24.000 anni fa, tenendo però presente che il massimo valore di una datazione, teoricamente raggiungibile con il metodo del radiocarbonio, è di poco superiore ai 30.000 anni.

La Sacra Sindone è costituita da un unico telo di lino, probabilmente una produzione egiziana del primo secolo, nel quale fu avvolto il corpo di un uomo dopo la sua morte.

Entro questo lenzuolo rimase impressa, con meccanismo ignoto, la sua figura umana con evidenti segni di torture subite *ante mortem*. Nessuno è però mai riuscito a spiegare, in modo convincente e/o su basi scientifiche, con quale meccanismo possano essere rimasti impressi per millenni su un telo di lino l'immagine dell'uomo e i segni di sofferenza da lui subiti (macchie di sangue, tracce di percosse e una profonda ferita infertagli a destra nel costato con un colpo di lancia, oltre a molti altri interessantissimi dettagli) [1].

A tale riguardo è però utile ricordare che questo tessuto (lungo 4,36 metri, largo 1,11 metri e con lo spessore proprio di un telo di lino, compreso nell'ordine del millimetro) sarebbe compatibile con quelli in uso nel primo secolo, oltre che in Egitto, anche in Palestina e quindi, almeno da questo punto di vista, non in contrasto con l'ipotesi

che questo telo possa essere stato proprio quello che avvolse, dopo la crocifissione, il corpo martoriato di Gesù.

Data la rilevanza dell'unicità di questo reperto, sono innumerevoli sia i sostenitori in favore dell'autenticità del telo, sia i contrari, che lo ritengono invece non dell'epoca, ma un falso di produzione medioevale, conclusione questa che è l'unica fondata su misure ottenute con un metodo scientifico di datazione "diretta" e basata sul metodo del radiocarbonio.

In questa breve nota si vorranno considerare i fattori che hanno potuto contribuire ad influenzare l'accuratezza delle determinazioni eseguite mediante tecnica del radiocarbonio, ed in particolare le potenziali fonti di contaminazione cui il medesimo può essere stato esposto nei periodi, dell'ordine di diversi secoli, antecedenti alle operazioni di prelievo (a quanto risulta eseguite a mani nude) dei campioni utilizzati per l'indagine analitica.

Brevi cenni sulla storia della Sindone

Le condizioni di conservazione della Sindone, sono assolutamente ignote, anche se è stato ipotizzato il percorso seguito nel trasferimento del Sacro reperto dalla Palestina alla Francia (attraverso l'Asia Minore e altri Paesi del bacino del Mediterraneo).

Questo percorso è giustificabile dalla presenza, nel telo di lino, di specie vegetali diverse, quali pollini e frammenti di piante tipiche di alcuni Paesi attraverso i quali la Sindone è transitata prima di raggiungere la Francia. Sembra che le diverse specie dei vegetali provengano da circa sessanta piante diverse, delle quali circa quaranta mancanti in Europa e circa trenta provenienti dalla Giudea e dall'Asia Minore [2]. Comunque prima dell'arrivo della Sindone in Francia nel 1353, quando fu portata a Chambery da Goffredo di Charny (forse un cavaliere templare), non è noto né dove, né come la Sindone sia stata conservata.

Nelle sopra menzionate specie vegetali, molecole di natura organica sono moltissime e provenienti oltre che da specie vegetali anche da innumerevoli contaminazioni dovute a residui di prodotti carboniosi, e, prime fra tutte, quelle provenienti da combustioni, con tracce evidenti su alcune parti del telo.

È doveroso anche ricordare che il Vangelo di San Giovanni afferma che, prima della deposizione, il corpo di Gesù fu lavato e trattato con aromi e prodotti vegetali diversi prima di essere stato avvolto nel telo di lino. Per tali trattamenti nel Vangelo è specificato che furono usate cento libbre di una mistura di mirra e aloe, ma anche altri non specificati aromi. In realtà la presenza di tracce di almeno qualcuna delle sostanze presenti in tali misture vegetali, in particolare aloe e mirra, ma anche di sangue umano del gruppo AB, sono stati evidenziati [2] con certezza.

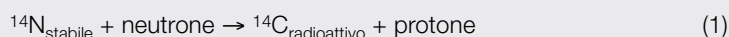
Altre perturbazioni di natura chimico-fisica ottenute con onde laser nel campo dell'ultravioletto e dotate di un'energia di entità impen-sabile per quei tempi hanno prodotto effetti unici su teli di lino e con immagini analoghe a quelle uniche, inspiegabili e impresse sulla Sindone.

Notizie sul radiocarbonio

Il radiocarbonio, o carbonio 14, o ^{14}C , si forma con continuità nell'alta atmosfera dove, per azione dei raggi cosmici, atomi di azoto, $^{14}\text{N}_{\text{stabile}}$, grazie all'energia assorbita, espellono neutroni che quindi, in forma di protoni e di elettroni, modificano il nucleo dell'azoto stabile e lo trasformano in quello del radiocarbonio.

Gli atomi di $^{14}\text{C}_{\text{radioattivo}}$ così formati si combinano direttamente con l'ossigeno atmosferico e generano anidride carbonica radioattiva, $^{14}\text{CO}_2$.

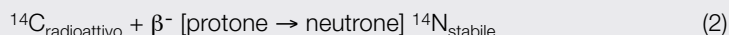
La trasformazione nucleare



non comporta quindi variazioni delle masse nucleari degli atomi che partecipano alla reazione. Infatti:

$$\begin{aligned} ^{14}\text{N}_{\text{stabile}} &= (7 \text{ protoni} + 7 \text{ neutroni}) = 14 \text{ unità di massa;} \\ ^{14}\text{C}_{\text{radioattivo}} &= (6 \text{ protoni} + 8 \text{ neutroni}) = 14 \text{ unità di massa} \end{aligned} \quad (1a)$$

Dopo un tempo molto lungo l'emissione di β^- termina e, reversibilmente, torna allo stato iniziale:



La combinazione sequenziale di reversibilità realmente esistente e relativa alle equazioni (1) e (2) definisce un processo "singolare" ovvero un ciclo del radiocarbonio, ciclo che è però di scarsa utilità pratica, perché si tratta di un tempo valutato fra i 50.000 e i 60.000 anni e quindi pari a circa dieci volte l'emivita del ^{14}C .

Per la sua maggiore densità rispetto a quella degli altri gas atmosferici, la $^{14}\text{CO}_2$ raggiunge facilmente gli strati più bassi dell'atmosfera terrestre dove, tramite la fotosintesi clorofilliana, entra a far parte della biosfera nelle diverse e innumerevoli sostanze vegetali di natura organica, in cui il ^{14}C presente è, prevalentemente, quello proveniente dalla reazione (1).

Il ^{14}C è un radionuclide contenuto, in percentuali minime ma costanti, nei diversi materiali organici presenti nella biosfera dove, da sempre, si trova in condizioni di stato stazionario.

La frazione di ^{14}C nell'atmosfera è la stessa di quella presente in corpi idrici e di quella presente in ogni essere vivente ed è invariata da sempre. La presenza di carbonio, sia radioattivo ^{14}C , sia stabile ^{12}C , è da sempre costante anche negli organismi animali, in cui, dopo essere stato fissato nei vegetali tramite la fotosintesi, è trasferito mediante catene alimentari. Qui con alimentazione e respirazione permane in concentrazioni costanti perché rimane in condizioni di stato stazionario, almeno fin tanto che nell'organismo si mantengono attive le funzioni vitali che ne assicurano lo scambio con l'esterno.

Il ^{12}C stabile è presente in tutti i prodotti di natura organica in misura enormemente maggiore di quella presente come ^{14}C . Oltre al $^{12}\text{C}_{\text{stabile}}$, esiste anche un altro isotopo stabile del carbonio, il $^{13}\text{C}_{\text{stabile}}$.



Fig. 1 - L'uomo di Similaun (vedi commento nel riquadro)

Il ^{12}C rappresenta circa il 99% del carbonio totale, il ^{13}C circa l'1% e il ^{14}C è presente in percentuale pari all' $1,2 \times 10^{-12}$ (il che significa: un atomo di ^{14}C ogni trillione di atomi di ^{12}C).

Il ^{14}C ha un'emivita di 5.730 anni, un tempo molto lungo, particolarmente in confronto a quello di un altro isotopo radioattivo, il carbonio 11, o ^{11}C , che si ottiene bombardando con particelle α il boro 11, $^{11}\text{B}_{\text{stabile}}$, invece, ha un'emivita molto breve, pari a 20,3 minuti.

Il ^{14}C , ha un'attività radioattiva specifica pari a 170 GBq/g e nel decadimento radioattivo si trasforma totalmente in azoto 14, stabile, $^{14}\text{N}_{\text{stabile}}$, con un rilascio di energia pari a 156,476 keV. È opportuno ricordare che secondo il sistema internazionale (SI) l'unità di misura della radioattività è il Becquerel (Bq), che corrisponde al decadimento di 1 unità radioattiva al secondo (o dps), e che l'attività radioattiva indica il numero di nuclei radioattivi presenti, mentre quella specifica definisce il rapporto fra decadimento dell'attività radioattiva e la relativa massa unitaria del radionuclide, (il ^{14}C presente) dps/massa (dps/g).

Il decadimento radioattivo del radiocarbonio avviene con andamento esponenziale decrescente e la sua attività radioattiva si dimezza.

Il tempo di dimezzamento (o emivita del ^{14}C) è indicato con $t_{1/2}$.

Il $^{14}\text{C}_{\text{radioattivo}}$ emette particelle β^- (elettroni e antineutrini) e, decaden-



Fig. 2 - Cratere in ceramica di Corinto, 600 a.C. circa (vedi commento nel riquadro)

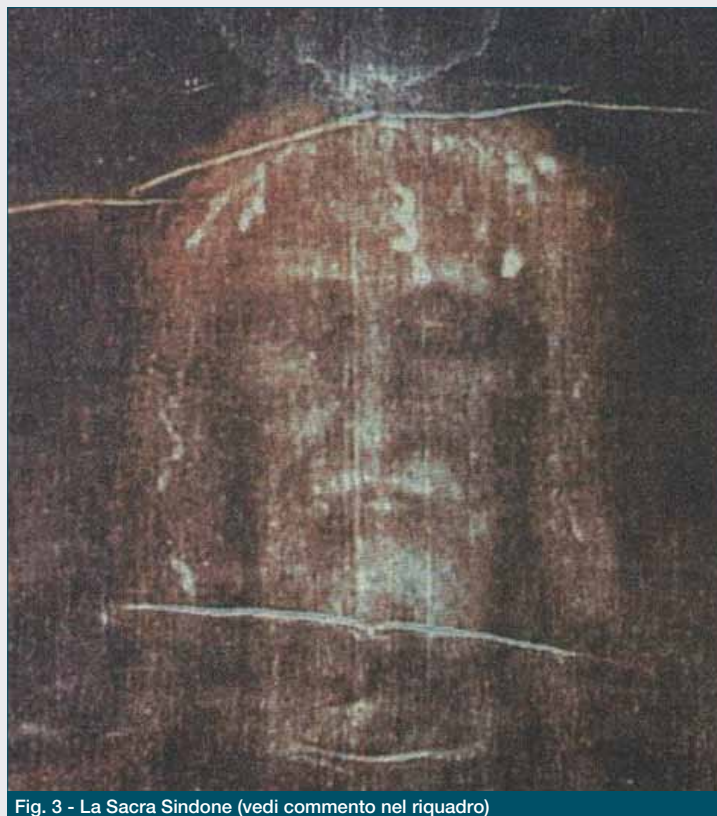


Fig. 3 - La Sacra Sindone (vedi commento nel riquadro)

do, si trasforma, lentamente e progressivamente, in azoto stabile, o $^{14}\text{N}_{\text{stabile}}$, secondo il semplice schema di reazione (2), che evolve in senso inverso a quello della reazione (1).

Il radiocarbonio originariamente presente nel reperto archeologico, si trasforma dunque progressivamente, lentamente e continuamente in $^{14}\text{N}_{\text{stabile}}$. La diminuzione della massa del $^{14}\text{C}_{\text{originario}}$ è pari all'aumento della massa di azoto $^{14}\text{N}_{\text{stabile}}$, ovvero la trasformazione di un certo numero di atomi radioattivi del carbonio $^{14}\text{C}_{\text{radioattivo}}$, è pari a un uguale numero di atomi di azoto $^{14}\text{N}_{\text{stabile}}$. In coincidenza con il tempo

di dimezzamento, $t_{1/2}$, e in accordo con lo schema di reazione (2), il numero di atomi di radiocarbonio residui uguaglia quello degli atomi di azoto trasformati.

Con la morte dell'organismo tutti i processi vitali si interrompono e con essi si interrompe anche il processo di assunzione del ^{14}C dall'esterno, in precedenza assicurato con la respirazione e l'alimentazione e, conseguentemente si interrompono anche le relative condizioni di stato stazionario del ^{14}C interno all'organismo.

Dalla variazione nel tempo del rapporto fra i due isotopi, carbonio stabile e carbonio radioattivo, $^{12}\text{C}/^{14}\text{C}$, e conoscendo i valori della costante cinetica λ di decadimento radioattivo del ^{14}C (che, essendo una cinetica del primo ordine, ha le dimensioni del reciproco di un tempo) e il valore del tempo di dimezzamento, $t_{1/2}$, del ^{14}C , è possibile valutare il tempo intercorso fra l'interruzione di assunzione nell'or-

ganismo di $^{14}\text{C}_{\text{nuovo}}$ dall'ambiente, coincidente con la morte dell'organismo, e il momento della datazione, ossia l'età, o datazione, del reperto organico [3, 4].

Aristotele: Il tempo è figlio delle differenze

Per datazioni con metodi diretti, sono previste determinazioni di differenze di tempi correlabili con differenze di energia, quali differenze d'intensità di flussi energetici (emissioni radioattive di particelle β^-) e/o differenze di massa del $^{14}\text{C}_{\text{originario}}$ (diminuzione della massa del radiocarbonio originariamente presente nel reperto, perché trasformatosi in azoto, $^{14}\text{N}_{\text{stabile}}$) direttamente correlabili alle differenze di tempo (ovviamente di un tempo pregresso) che costituiscono la base di ogni datazione.

La misura del tempo, in generale, e delle datazioni, in particolare, si

COMMENTO ALLE FIGURE

Nelle figure riportate nella pagina precedente sono illustrati tre esempi di reperti archeologici classificabili rispettivamente:

a) Fig. 1: si tratta di un reperto umano "isolato" [3], l'uomo del Similaun, conservato in condizioni di assoluto isolamento dall'ambiente esterno, assicurato da una costante e continua ibernazione in un ghiacciaio alpino perenne, al confine tra Italia e Austria, in cui non possono essere avvenuti scambi né di materia né di energia (scambio di materia con l'esterno: $\Delta m = 0$; scambio di energia con l'esterno: $\Delta E = \Delta T = 0$).

La sua datazione con radiocarbonio è fissata a circa 5.300 anni fa [6]. Nel corredo dell'uomo c'erano anche un coltello di pietra (in alto a destra) e un'ascia di rame (in basso a sinistra), oggetti che confermano l'appartenenza del reperto agli inizi dell'eneolitico, o età del rame;

b) Fig. 2: si tratta di un reperto ceramico "chiuso" (cratere in ceramica di Corinto, 600 a.C. circa). In questo caso non sono possibili scambi di materia ma soltanto scambi di energia (ΔE), rappresentati da efflussi di elettroni, ($-\Delta\beta^-$), in precedenza intrappolati, e liberati da trattamenti termici ($+\Delta T$) o influssi di elettroni nel reperto ($+\Delta\beta^-$), conseguenti all'applicazione di energie elettromagnetiche ($+\Delta E_M$). In questo modo, e a scopo fraudolento, mediante irraggiamento con raggi X, si può trasformare in antico un oggetto ceramico nuovo [3-4];

c) Fig. 3: la Sacra Sindone è un reperto "aperto", di natura organica (un telo di lino, lungo 4,36 metri, largo 1,11 metri e, ovviamente, con uno spessore minimo, valutabile nell'ordine del millimetro).

La sua struttura presenta quindi una massima esposizione all'ambiente esterno, essendo in questo caso il rapporto superficie del telo rispetto alla sua massa tale da poter affermare che la totalità della massa della Sindone è stata per circa due millenni esposta a condizioni ambientali variabili, anche se, più o meno, ignote.

Gli agenti contaminanti esterni di natura organica hanno riguardato sia variazioni di massa ($+\Delta m$) dovute a inclusioni nel telo di $^{14}\text{C}_{\text{nuovo}}$, dovuto a composti organici provenienti dall'ambiente esterno, sia variazioni di energia ($+\Delta E$), dovute a influssi di particelle ($+\Delta\beta^-$), provenienti dagli atomi contaminanti del $^{14}\text{C}_{\text{nuovo}}$, precedentemente menzionato.

La datazione, mediante radiocarbonio, per essere eseguita correttamente deve poter valutare esclusivamente l'entità del $^{14}\text{C}_{\text{residuo}}$ ancora presente nel reperto.

Il solo contributo teoricamente idoneo alla datazione deve essere quindi: $[^{14}\text{C}_{\text{residuo}} + \Delta\beta^-]$.

All'unico ed essenziale contributo utilizzabile per una corretta datazione se ne aggiunge però un altro nuovo, che riguarda l'incremento di nuova materia e di nuova energia. Questo nuovo contributo è tanto ignoto quanto rilevante e riguarda tutte le interazioni certamente avvenute a carico del reperto:

il contributo del $^{14}\text{C}_{\text{nuovo}}$ che si aggiunge e interferisce, è però ignoto e non calcolabile, è: $+[^{14}\text{C}_{\text{nuovo}} + \Delta\beta^-] = ?$.

Il valore determinato mediante radiocarbonio è dunque quello dato dalla somma di due entità: $[^{14}\text{C}_{\text{residuo}} + ^{14}\text{C}_{\text{nuovo}}]$, ovvero quella residua e interna e propria della Sindone dovuta al $^{14}\text{C}_{\text{residuo}}$ e quella proveniente dall'esterno e dovuta al $^{14}\text{C}_{\text{nuovo}}$.

Tutte le datazioni finora eseguite sono state sempre relative a "miscele", perché somma di due contributi, entrambi ignoti e in nessun modo determinabili, e, come tali, scientificamente inaccettabili, ma che, certamente, spostano sempre tutte le datazioni verso epoche diverse, ma sempre molto successive a quella dell'origine della Sindone:

$$^{14}\text{C}_{\text{determinato}} = (\Delta m + \Delta E) = [^{14}\text{C}_{\text{residuo}} + \Delta\beta^-] + [^{14}\text{C}_{\text{nuovo}} + \Delta\beta^-] = ? + ?$$

può ottenere soltanto mediante la misura accurata di differenze fra parametri significativi e specifici di ogni epoca pregressa rispetto a quelle relative al tempo presente, ma è imperativo che le determinazioni avvengano in assoluta assenza da contaminazioni e/o perturbazioni esterne, siano esse pregresse o siano esse presenti.

È dunque importante evidenziare come dalla misura di differenze associate al decadimento del $^{14}\text{C}_{\text{radioattivo}}$ proprio di un reperto archeologico di natura organica, sia possibile determinare l'intervallo di tempo intercorso fra l'origine del reperto archeologico e il momento in cui si effettua la determinazione. È così possibile conoscere direttamente la data di origine (o datazione) e da questa anche l'autenticità, o meno, di un reperto archeologico di natura organica.

Si può quindi paragonare la misurazione del tempo mediante decadimento radioattivo del radiocarbonio a quella realizzabile con un ipotetico orologio perfetto, anche in grado di misurare un tempo trascorso, entro un ordine di grandezza compreso tra il centinaio e le migliaia di anni, ma con un limite massimo non superiore ai 50 mila anni.

È però ovvio che impreviste, incontrollabili, continue, frequenti e ignote manomissioni nel meccanismo di un tale orologio falserebbero il suo corretto funzionamento fino a rendere l'orologio non più utilizzabile. Analogamente, impreviste, incontrollabili, continue, frequenti e ignote perturbazioni, esterne al reperto e capaci di alterare il contenuto del ^{14}C residuo e ancora presente entro qualsiasi reperto archeologico di natura organica, rendono parimenti inutilizzabile il metodo di datazione basato sull'impiego del radiocarbonio.

In questo caso le "differenze" nel decadimento radioattivo del ^{14}C , e/o quelle nel numero residuo degli atomi di ^{14}C , sarebbero state alterate da inserimenti nel reperto di nuovo ^{14}C , con conseguenti spostamenti dei tempi di datazione, non già dovuti al meccanismo di funzionamento "del teorico orologio ^{14}C ", ma a perturbazioni esterne. Presenze di composti organici diversi, pollini, microrganismi, prodotti da combustioni, o altre alterazioni ignote avvenute in tempi remoti, costituiscono impreviste manipolazioni subite dal reperto anche nel corso di prelievi, analisi o per eventi diversi (bruciature, rattoppi o altro). Le perturbazioni sono, in genere, tanto più rilevanti quanto maggiore è l'età del reperto e quanto maggiori siano state le più che probabili frequenze ed intensità delle diverse perturbazioni, inversamente proporzionali al "grado di protezione" del reperto archeologico e attive nel corso della sua conservazione.

È ovvio, e implicito, come tutte queste più che probabili e certamente ignote differenze possano essere state causa di incontrovertibili errori di datazione, ma comunque responsabili di datazioni con "spostamenti" sempre verso tempi meno antichi perché causati da nuovi apporti di $^{14}\text{C}_{\text{esterno}}$ e così responsabili di datazioni certamente false [3].

Le datazioni mediante il radiocarbonio

Nel metodo di datazione mediante il ^{14}C , l'emissione di raggi β^- (efflussi di energia, $-\Delta E$), generati dalla massa del radiocarbonio presente (il $^{14}\text{C}_{\text{radioattivo}}$), è associata a una progressiva diminuzione nel tempo della massa del ^{14}C .

La determinazione di un intervallo di tempo pregresso (ossia la datazione) può essere allora valutata sia da differenze nel valore residuo della massa del $^{14}\text{C}_{\text{radioattivo}}$, associato alla trasformazione del ^{14}C in ^{14}N , ($-\Delta m$), sia dalle differenze di energia ($-\Delta E$), associate all'entità delle emissioni radioattive (β^-) del radionuclide presente [4].

La datazione corretta è quella basata esclusivamente sul $^{14}\text{C}_{\text{residuo}}$ del radiocarbonio ancora presente nel reperto:

$$^{14}\text{C}_{\text{determinato}} = (\Delta m + \Delta E) = [^{14}\text{C}_{\text{residuo}} + \Delta\beta^-] \quad (3)$$

L'introduzione di $^{14}\text{C}_{\text{nuovo}}$ rappresenta però un'entità additiva, sconosciuta e in nessun modo calcolabile, ma che rappresenta un rilevante termine di errore introdotto nel calcolo, ed è responsabile di una "rinvigianita" datazione:

$$^{14}\text{C}_{\text{determinato}} = (\Delta m + \Delta E) = [^{14}\text{C}_{\text{residuo}} + \Delta\beta^-] + [^{14}\text{C}_{\text{nuovo}} + \Delta\beta^-] \quad (4)$$

L'equazione (4) è dunque un'equazione corretta ma non risolvibile, perché non sono noti i valori dei due addendi, entrambi ignoti, relativi il primo all'entità del $^{14}\text{C}_{\text{residuo}}$ ancora presente nel reperto e il secondo di entità assolutamente ignota e non determinabile.

È questa anche una prova della ridotta riproducibilità dei valori di datazioni eseguite da diversi sperimentatori in tempi diversi.

Nelle datazioni della Sacra Sindone i diversi campioni contemporaneamente prelevati da tre diversi e indipendenti scienziati, ma in condizioni di prelievo non sterili, hanno infatti fornito datazioni variabili dal 1260 al 1390 [1]. A tale proposito non bisogna dimenticare che il rapporto $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ è pari a un atomo di ^{14}C ogni mille miliardi di atomi di ^{12}C .

La grande superficie della Sindone (quasi cinque metri quadrati per uno spessore dell'ordine del millimetro) inducono a ritenere più che probabile l'esistenza di una variabile esposizione di parti del reperto verso l'ambiente esterno.

In base alle sopra menzionate considerazioni sembra allora difficile poter concepire di ottenere una datazione certa della Sindone mediante il decadimento radioattivo del ^{14}C .

Per avere un'idea di quanto possa essere rilevante la contaminazione operata da composti carboniosi ambientali si fa riferimento ad un esempio tanto emblematico quanto attuale [5] ma, anche se non riguarda direttamente problemi di archeometria, dimostra gli effetti imprevedibili dovuti all'enorme diffusione di carbonio nella biosfera e, segnatamente, il trasferimento di anidride carbonica, che assume particolare rilievo per la sua funzione di "carrier", nel trasferimento del ^{14}C dall'atmosfera alle acque del mare.

Il metodo del radiocarbonio e l'età medioevale della Sindone

È vero che è importantissimo tenere sempre presente come l'attendibilità di una datazione sia legata alla professionalità e alla specifica qualificazione di chi ha operato sperimentalmente, è però bene ricor-

dare che anche legalmente (perché possano essere approvati tutti i diversi stadi attraverso i quali si esegue una perizia analitica (per esempio in merito all'accertamento dell'autenticità di un reperto archeologico) è essenziale ricordare che l'analisi inizia con il prelievo di un campione dal reperto da sottoporre ad analisi e che, contestualmente, si deve valutare dove e come in precedenza sia stato conservato il reperto di cui si deve accertare l'autenticità e/o la datazione. Nel caso della Sindone la conoscenza delle condizioni sulla sua conservazione è ignota e, almeno per circa un millennio, si è di fronte a condizioni, addirittura, di "buio assoluto".

Il metodo del radiocarbonio non può, certamente, essere considerato un mezzo definitivo per la datazione della Sindone, essendo il decadimento del radiocarbonio presente in origine, $^{14}\text{C}_{\text{originario}}$, ma essendo state molteplici le contaminazioni del $^{14}\text{C}_{\text{originario}}$ dovute al $^{14}\text{C}_{\text{ambientale}}$, che si sono verificate nel corso dei secoli con frequenze e intensità ignote e assolutamente non determinabili: la datazione con radiocarbonio è, in questo caso, impossibile.

Conclusioni

Come nelle operazioni chirurgiche per evitare che germi patogeni, accidentalmente presenti, possano infettare l'organismo operato con conseguente riproduzione degli agenti patogeni fino a poter causare la morte del paziente, così anche nel prelievo e nelle successive manipolazioni dei campioni dalla Sindone da sottoporre a datazione, sarebbe stato altrettanto imperativo adottare le precauzioni indispensabili per evitare contaminazioni, non solo di microrganismi (patogeni o meno), ma anche di piccole masse di composti organici, sicuri contaminanti in aggiunta di quelle già presenti in un tessuto, vecchio di svariati secoli, e da esaminare nei tre campioni prelevati dal reperto in aliquote minime (nell'ordine dei 50 milligrammi ciascuna) [1, pp. 95-97].

Anche se non si sarebbero potute escludere tutte le più che probabili cause di errori di datazione, forse alcune di esse si sarebbero potute limitare. Bisogna, infatti, non dimenticare che il contenuto del ^{14}C rispetto al ^{12}C è pari ad uno su mille miliardi e che quindi anche minimi ingressi di $^{14}\text{C}_{\text{nuovo}}$ direttamente provenienti dall'esterno, avrebbero potuto aggiungersi al $^{14}\text{C}_{\text{residuo}}$ ancora presente nella Sindone.

Da quanto fin qui discusso sembra quindi più che condivisibile l'affermazione che, in generale, la contaminazione del " $^{14}\text{C}_{\text{originario}}$ ", presente in un reperto archeologico di natura organica fin dalla sua origine, mediante " $^{14}\text{C}_{\text{nuovo}}$ ", proveniente dall'ambiente, è la regola, mentre la totale assenza di qualsiasi perturbazione idonea a con-

taminare il " $^{14}\text{C}_{\text{originario}}$ " per opera di " $^{14}\text{C}_{\text{nuovo}}$ " è da ritenersi l'eccezione, come verificato nel caso della datazione con radiocarbonio dell'uomo del Similaun.

In conclusione, il concetto di "contaminante ambientale" non è limitato ad agenti di tossicità intrinseca in grado di mettere a rischio la salute degli organismi viventi e degli ecosistemi, ma assume assoluta rilevanza anche nel caso di indagini analitiche la cui attendibilità preveda sia la certezza dell'integrità ed autenticità del reperto da sottoporre ad analisi, sia, parimenti, che i campioni da esso prelevati ne assicurino la massima rappresentatività.

Ringraziamenti: Un doveroso ringraziamento alla Prof. Marcella Guiso per le utili discussioni e per la lettura critica del manoscritto.



Bibliografia

- [1] B. Frale, *La Sindone di Gesù Nazareno*, Il Mulino Editore, Bologna, 2009.
- [2] P. Baima Bollone, *Sindone - Storia e Scienza*, La Stampa, Priuli & Verlucca, 2010.
- [3] C. Botrè, *Gocce di Storia*, pp. 257 e seguenti, Aracne Editrice, Roma, 2013.
- [4] C. Botrè, *Chimica e Industria*, 2013, **95**(3), 108.
- [5] J.C. Orr *et al.*, *Nature*, 2005, **432**(365), 681.
- [6] K. Spindler, *Der Mann im Eis*. University of Innsbruck (Austria), 1993.

ABSTRACT

The Shroud of Turin: Some Considerations on Radiocarbon Techniques as a Reliable Source of Dating

The dating to the middle age of the origin of the Shroud of Turin (in the years range between 1260 and 1390 a.C.), on the basis of well known results, obtained by highly qualified scientists and performed by means of radiocarbon determinations on three small flaxen samples removed from the Shroud, are here discussed on the basis of the physico-chemical features of ^{14}C based measurements and their reliability.



Fig. 1 - Giulio Natta mentre osserva il modello molecolare del polipropilene isotattico. In alto, la pagina di calendario dell'11 marzo 1954 con la sobria annotazione: "Fatto il polipropilene"

Salvatore Mazzullo, Anna Fait
SCI task force ESPERA:
Etica e Scienza per l'Ambiente
turi.mazzullo@libero.it

UNA RIFLESSIONE SUL MERCATO GLOBALE DEL POLIPROPILENE: IL PICCO DI HUBBERT

A cinquant'anni dal premio Nobel per la Chimica a K. Ziegler e G. Natta, sembra appropriato fare una riflessione sul mercato mondiale del polipropilene, ponendosi in una prospettiva inconsueta: utilizzare il polipropilene come un tracciante capace di svelare gli sviluppi futuri dell'economia del pianeta. La serie storica dei dati di consumo mondiale di polipropilene, analizzata alla luce di un modello matematico, permette di stabilire che la velocità di variazione del mercato è crescente sino al 2020, quando raggiunge il massimo di quasi 2,5 Mt/anno (che chiameremo picco di Hubbert del polipropilene), dopo di che la crescita si interrompe e inizia un declino inarrestabile della velocità fino al raggiungimento del valore di saturazione di mercato. La decrescita del mercato mondiale del polipropilene è, quindi, imminente.

Un segnale debole della globalizzazione

Il polipropilene e la sua sintesi, realizzata consapevolmente da Giulio Natta per la prima volta il giorno 11 marzo 1954 (Fig. 1), sono un'indubbia gloria della ricerca italiana, appena offuscata dalla polemica sulla paternità della scoperta subito scoppiata con Karl Ziegler e salomonicamente risolta dall'Accademia delle Scienze svedese con l'attribuzione del premio Nobel per la Chimica ai due contendenti nel 1963. La crescita del business del polipropilene durante questo oltre mezzo secolo di vita è stato uno dei più vigorosi nella storia delle materie plastiche, grazie ad alcune generazioni di scienziati ed industriali che hanno creduto, con una fiducia quasi illimitata, nelle potenzialità applicative di questo nuovo termoplastico. Oggi si può dire che non ci sia settore tecnologico in cui non sia presente il polipropilene ed i suoi copolimeri, occupando settori di mercato da protagonista e non da comprimario, che spaziano dal tessile, all'imballaggio, ai trasporti, all'edilizia, al sanitario e al biomedicale (Fig. 2).

A cinquant'anni dal premio Nobel, sembra appropriato fare una riflessione sul business mondiale del polipropilene da un punto di vista inconsueto, cioè in una prospettiva di lungo termine, con l'ausilio di un

modello matematico, utilizzando il polipropilene come un tracciante capace di svelare gli sviluppi futuri dell'economia del pianeta, in questo guidati da un brillante e agile testo di J.M. Keynes del 1928 dal titolo emblematico: "Prospettive economiche per i nostri nipoti", rivisitato recentemente, con formula dubitativa, da Guido Rossi [1]. Si tratta, in pratica, di cogliere un segnale debole che proviene dal mondo circostante e che possiamo descrivere così: la globalizzazione sta unificando e semplificando i diversi sistemi del mondo. I singoli mercati sono ormai collegati fra loro in tempo reale e non si può più parlare di mercati distinti. La rivoluzione informatica ha trasformato la Terra in un unico mercato. Questa constatazione ha, però, la conseguenza straordinaria che è, sostanzialmente, possibile descrivere il tutto attraverso il comportamento di una singola parte; proprio perché la globalizzazione garantisce che il destino della parte permea di sé il tutto. Se possedessimo dati storici affidabili su un qualunque fenomeno umano, potremmo usarli, attraverso un opportuno modello matematico e un adeguato processo di identificazione dei parametri del modello stesso [2] per descrivere quantitativamente quel fenomeno e anche azzardare un'estrapolazione al comportamento futuro di quel sistema.

È quello che ora faremo usando i dati storici del mercato mondiale del polipropilene, sin dall'origine, per descrivere il comportamento globale di questo specifico mercato e per fare alcune proiezioni, di lungo termine, sul suo comportamento futuro.

Serie storica dei dati di mercato del polipropilene

Come tutte le attività umane, anche la storia industriale del polipropilene può essere descritta secondo diverse prospettive, in funzione degli obiettivi che si vogliono raggiungere. In questo caso, focalizzeremo la nostra attenzione sui dati storici riguardanti l'evoluzione del mercato mondiale del polipropilene, in termini di capacità nominale degli impianti di produzione (Tab. 1), volumi di vendita e previsioni di consumo (Tab. 2).

I dati delle tabelle sono in milioni di tonnellate ed è evidenziata anche l'età del mercato, fatto zero il 1957, anno di inizio della produzione di questo materiale nel mondo. Tutti questi dati sono stati esaminati alla luce di un modello matematico, descritto in appendice, capace di descrivere l'evoluzione teorica del mercato stesso. La Fig. 3 riassume graficamente l'esito di questo processo.

La linea continua fornita dal modello di calcolo corrisponde all'equazione (4) dell'appendice ed ha la forma di una funzione di tipo logistico: all'inizio cresce velocemente, quindi segue un andamento quasi lineare per poi gradualmente rallentare portandosi definitivamente a un plateau. La descrizione dei dati storici di evoluzione del mercato per mezzo di una curva teorica, ha il vantaggio di poter dedurre da essa alcuni dati macroeconomici, altrimenti non facilmente individuabili per altra via. Fra questi ne segnaliamo due, particolarmente rilevanti:

1. il valore asintotico W_{∞} della curva logistica, ottenuto come best fitting dei dati storici (Tab. A1) che corrisponde a 210 milioni di tonnellate di polipropilene. C'è un ampio margine di crescita, da oggi, sino al valore asintotico di saturazione, infatti, la frazione di mercato mondiale oggi occupata è pari a $\chi = 56/210 = 27\%$;

2. il momento in cui si raggiunge il massimo della velocità di crescita del mercato, il 2020, dato di interesse strategico per chi opera nel business delle tecnologie del polipropilene.

Chiameremo questo momento *picco di Hubbert del polipropilene*, analogamente alle considerazioni fatte da M.K. Hubbert in relazione

Tab. 1 - Capacità nominale mondiale di polipropilene (1965-1985) [3]

Anno	1965	1970	1975	1980	1985
Età (1957=0)	8	13	18	23	28
Capacità (Mt)	0,26	0,46	2,40	6,60	8,30



Fig. 2 - Alcuni settori applicativi del polipropilene

al mercato del petrolio [5]. Questo risultato si ottiene calcolando la derivata della curva di crescita ed è dato dall'equazione (3) dell'appendice.

Queste considerazioni di lungo periodo, possono assumere una forma grafica molto espressiva estendendo opportunamente la scala dei tempi e rappresentando nello stesso grafico, sia la curva di crescita dei volumi (colore blu) che la curva derivata delle velocità di crescita (colore rosso), Fig. 4.

La velocità è crescente sino al 2020 quando raggiunge il massimo di quasi 2,5 Mt/anno (cioè circa cinque nuovi impianti da 500 Kt/anno), dopo di che inizia un declino inarrestabile, sino al raggiungimento del valore di saturazione di mercato. Questo andamento della velocità di crescita è strutturale al sistema e non congiunturale. La decrescita del mercato mondiale del polipropilene è, quindi, imminente, secondo questo modello, conformemente anche alle previsioni più aggiornate del classico picco di Hubbert del petrolio [6].

Considerazioni conclusive

L'analisi qui riportata, seppure limitata al caso del polipropilene, offre un contributo all'ampia discussione in corso sullo sviluppo del modello economico occidentale. Il modello macroeconomico proposto permette di descrivere l'evoluzione storica del mercato del polipropilene e di prevedere un preciso momento, il 2020, che segna l'inizio della decrescita strutturale e non congiunturale del mercato mondiale di questa famiglia di materiali. A quella data, la velocità di crescita raggiunge il suo massimo strutturale che abbiamo denominato *picco di Hubbert del polipropilene*.

Questo risultato può essere assunto come paradigma di evoluzione possibile per l'economia del mondo. Come già sottolineato, infatti, la globalizzazione e la rivoluzione informatica hanno trasformato la Terra in un unico mercato con la conseguenza straordinaria che è, sostan-

Tab. 2 - Consumi mondiali di polipropilene, (1994-2012) e previsioni futura (2013-2015) [4]

Anno			1994	1995	1996	1997	1998	1999
Età (1957=0)			37	38	39	40	41	42
Capacità (Mt)			17,50	19,00	22,00	24,00	25,00	26,5
Anno	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Età (1957=0)	43	44	45	46	47	48	49	50
Capacità (Mt)	28,00	32,631	35,281	37,469	40,057	40,962	42,815	45,472
Anno	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Età (1957=0)	51	52	53	54	55	56	57	58
Capacità (Mt)	44,076	44,486	48,276	50,728	53,345	56,040	58,835	61,735

FLASHBACK RIVISITANDO

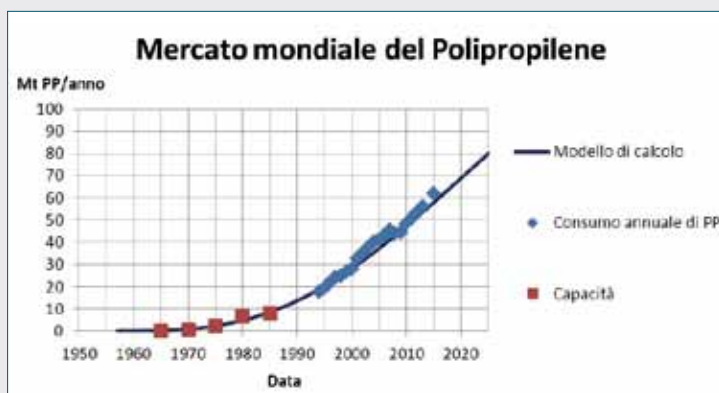


Fig. 3 - Mercato mondiale del polipropilene: dati storici di capacità nominale, domanda e consumi annuali (milioni di tonnellate) a confronto con la previsione logistica (linea continua: tempo di semivita=80 anni)

zialmente, possibile descrivere il tutto attraverso il comportamento di una singola parte. Dobbiamo inevitabilmente confrontarci con una prospettiva di futuro prossimo, già per i nostri nipoti, nella quale il tasso di sviluppo sarà inferiore a quello attuale.

Appendice Modello di crescita del mercato del polipropilene

La descrizione dei volumi di vendita del polipropilene nel mondo, potrebbe essere fatta facendo riferimento ai classici modelli di dinamica delle popolazioni, tuttavia, in questo lavoro si è preferito costruire un modello di crescita dei volumi mediante adattamento giudizioso della teoria di crescita dei cristalli di Avrami [7].

Secondo la teoria della cristallizzazione di Avrami, ogni processo di crescita potrebbe essere descritto come il risultato di tre fenomeni: la nascita dei nuclei di crescita dello specifico mercato nella massa di opportunità offerte dal mercato (cinetica di nucleazione ad opera di agenti promotori del mercato), la successiva crescita intorno a tali nuclei (cinetica di crescita vera e propria) e l'arresto della crescita quando il sistema in accrescimento viene in contatto con un altro concorrente, interferendo con esso. Nelle aree di contatto la crescita libera è impedita dall'interferenza con i competitori, che implica che non è più disponibile ulteriore volume libero di mercato, essendo già stato occupato dal concorrente che si avvicina. Questo terzo passo è comunemente indicato con il termine tecnico di "impingement".

Alle condizioni speciali che entrambe le cinetiche di nucleazione e crescita soddisfino alle stesse regole di mercato ("ipotesi iso-cinetica") è possibile raggruppare i tre fenomeni in un'unica equazione per la crescita cumulativa. Per comodità di trattazione analitica delle equazioni, faremo uso del modello di crescita cumulativa sviluppato da M.C. Tobin [8]. Nel nostro modello, la quota del volume totale di mercato del polipropilene è indicata dal simbolo χ . Questa variabile adimensionale χ esprime il rapporto fra il volume di mercato attuale W_a e il volume di mercato raggiungibile all'equilibrio W_∞ (Eq. 1) (Schema 1).

Il parametro χ può, pertanto, assumere valori tra zero, all'inizio dell'espansione di mercato, e uno, quando si raggiunge la saturazione del

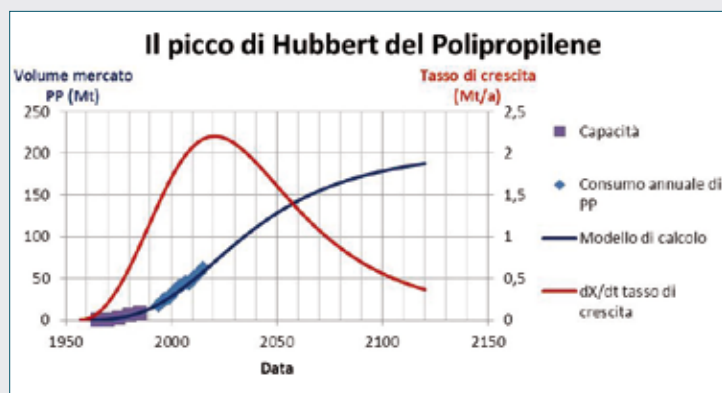


Fig. 4 - Mercato mondiale del polipropilene: dati storici di capacità nominale, domanda e consumi annuali (milioni di tonnellate) a confronto con la previsione modellistica (linea continua: tempo di semivita=80 anni)

100% dello spazio di mercato accessibile. La cinetica di crescita dei volumi di vendita del mercato del polipropilene è descritta da un'equazione differenziale ordinaria del primo ordine nella variabile χ (Eq. 2), con la condizione iniziale, $\chi(0)=0$, cioè, volume di mercato nullo all'inizio dell'era del polipropilene (1957). L'equazione (2) descrive l'andamento della velocità assoluta di crescita annuale del mercato. La costante cinetica k ha le dimensioni dell'inverso di un tempo ed è un descrittore del tempo caratteristico di evoluzione temporale del fenomeno di crescita del mercato. Il fattore di forma $f(\alpha, \chi)$ assume la forma analitica rappresentata dall'Eq. 3.

$$\chi = W_a / W_\infty \quad (1)$$

$$\frac{d\chi}{dt} = k \cdot f(\alpha, \chi) \quad (2)$$

$$f(\alpha, \chi) = \alpha \cdot \chi^{1-\frac{1}{\alpha}} \cdot (1 - \chi)^{1+\frac{1}{\alpha}} \quad (3)$$

$$W_a(t) = W_\infty \cdot \frac{(kt)^\alpha}{1 + (kt)^\alpha} \quad (4)$$

Schema 1

Questa funzione ci dice che il mercato cresce proporzionalmente alla dimensione stessa del mercato, con un andamento sub-lineare dato dal fattore $\chi^{(1-1/\alpha)}$; ci dice anche che la crescita non procede all'infinito ma si estingue gradualmente, proporzionalmente alla saturazione del mercato, con un andamento super-lineare dato dal fattore $(1-\chi)^{(1+1/\alpha)}$. Il numero reale positivo $\alpha=n+1$ si riferisce alla dimensione geometrica spaziale del mercato in espansione ($n=1$ significa sviluppo del mercato di tipo direzionale, per contagio; $n=2$, invasione del mercato in tutte le direzioni della superficie della Terra). La cinetica di crescita del mercato, descritta dall'Eq. (2), può essere integrata analiticamente, dando luogo alla soluzione integrale, che fornisce l'andamento dei volumi $W_a(t)$ di crescita del mercato mondiale di polipropilene nel tempo (Eq. 4).

L'Eq. (4) ha la forma di una funzione di tipo logistico: all'inizio cresce velocemente, con l'andamento della funzione potenza $(kt)^\alpha$ per poi gradualmente rallentare portandosi definitivamente a un plateau. Da questa soluzione dell'equazione analitica si vede immediatamente che quando il tempo corrente è tale che $kt=1$, allora la dimensione del mercato raggiunge il valore $\chi=1/2$, cioè il 50% del valore massimo accessibile all'equilibrio.

Pertanto la costante cinetica k corrisponde all'inverso del tempo di semivita del mercato.

La curva rappresentata dall'equazione (4) può essere utilizzata per descrivere i dati sperimentali di uno specifico mercato: per far questo è necessario conoscere i valori dei tre parametri liberi (W_∞ , k , α). Nel nostro caso, utilizzeremo i dati delle capacità nominali mondiali (1965-1985) di Tab. 1 assieme ai dati di consumo mondiale di polipropilene e previsioni di consumo (1994-2015) di Tab. 2, ipotizzati dalla stessa fonte. Questi dati, uniti al momento in cui ha inizio la produzione mondiale di polipropilene (1957) coprono compiutamente un arco di tempo di oltre 50 anni e permettono di identificare, con sufficiente affidabilità, i tre parametri liberi (W_∞ , k , α) con i quali si descrive analiticamente la migliore approssimazione ai dati sperimentali di mercato, Tab. A1. L'andamento della curva logistica di crescita dei volumi di consumo mondiali di polipropilene è rappresentato in Fig. 4 dalla curva in colore blu mentre la velocità assoluta di variazione dei volumi è data dalla curva in colore rosso.

Osservazioni critiche al modello econometrico del polipropilene

L'ipotesi fondamentale di questo lavoro è che il modello di crescita del mercato del polipropilene possa essere descritto dall'equazione differenziale $d\chi/dt = k \cdot f(\alpha, \chi)$, in cui il secondo membro si scrive come prodotto di una costante cinetica k e di un fattore di forma $f(\alpha, \chi)$ funzione solo del valore della variabile χ . È opportuno soffermarsi e fare alcune considerazioni su questa scelta, per apprezzarne appieno la portata e le conseguenze.

Conseguenze matematiche del modello

A causa di questa scelta, l'equazione differenziale è indipendente dalla storia passata ma dipende solo dallo stato corrente χ ; in altri termini, lo stato del sistema in qualunque tempo futuro è univocamente determinato dal suo stato in un qualche assegnato tempo pregresso. In molte situazioni reali questa è una manifesta assurdità e, probabilmente, anche la nostra situazione è fra queste!

Tuttavia, è un'utile anche se palese assurdità. Il difetto di molti modelli matematici non sta tanto in questo tipo di peccato, quanto nella mancanza di consapevolezza che si sta peccando [2].

Un modello matematico di un processo reale va utilizzato fin tanto che fornisce previsioni in ragionevole accordo con le osservazioni. Se si pone a confronto la complessità dei fenomeni di mercato con la semplicità di questo modello matematico non è sorprendente che si potrà essere forzati a modificarne la formulazione, di tanto in tan-

Tab. A1 - Parametri identificativi del mercato mondiale dei consumi di polipropilene

W_∞	k	α
[Mt]	[1/anni]	[adimensionale]
210	1/80	3

to, allo scopo di ottenere più accurati risultati. È notevole, tuttavia, come una profonda comprensione di molti processi reali possa essere conseguita per mezzo di ipotesi assai rudimentali!

Conseguenze fisiche del modello

Per ipotesi, il fattore di forma assume l'espressione

$$f(\alpha, \chi) = [\alpha \chi^{(1-1/\alpha)}][(1-\chi)^{(1+1/\alpha)}]$$

Il senso di questa funzione è che la velocità di crescita del mercato è nulla non solo all'origine del processo, quando $\chi=0$, ma anche quando $(1-\chi)=0$, cioè alla fine del processo.

Ciò implica che c'è una fase di crescita, si raggiunge un massimo e poi c'è una decrescita nella velocità di variazione del mercato mondiale. Da un punto di vista fisico, il fattore di forma rende ragione dell'ipotesi che un sistema finito non può crescere all'infinito ma tende a stabilizzarsi raggiungendo un valore di saturazione W_∞ .

Capacità predittiva del modello

La speciale scelta del fattore di forma permette di integrare analiticamente l'equazione differenziale in modo da soddisfare la condizione iniziale, $\chi(0)=0$, ottenendo così l'espressione analitica dell'andamento dei volumi di consumo mondiale di polipropilene riportata in Eq. 4. Questa è una funzione di tipo logistico, a tre parametri liberi (W_∞ , k , α) che sono stati identificati, per approssimazioni successive, sulla base della serie storica di dati di mercato che copre circa 60 anni, cioè un buon terzo della durata pratica di questo ciclo economico (circa 200 anni), come si evince a posteriori dal diagramma di Fig. 4. Così facendo si viene a mitigare il grosso limite evidenziato al punto 1, attenuando la portata delle conseguenze matematiche sopra delineate. Il parametro k ha il carattere di una costante cinetica e determina l'intensità della velocità di variazione del mercato. Esso incorpora gli effetti degli sviluppi tecnologici apportati nel tempo ai processi di produzione del polipropilene ed è plausibile che tali sviluppi continueranno nel tempo. Se però si accetta che la forma dell'equazione cinetica di governo del mercato rimanga immutata, allora l'effetto di un aumento della costante cinetica (dovuto al miglioramento della tecnologia), sarà quello di anticipare nel tempo l'insorgenza del picco di Hubbert, ma non di cambiarne la forma e quindi le caratteristiche essenziali.

Il parametro W_∞ rappresenta il volume di saturazione di mercato, raggiungibile all'equilibrio. Esso si può esprimere come prodotto di due fattori: il consumo *pro capite* di polipropilene w_∞ e la popolazione totale N_∞ della Terra all'equilibrio, in un tempo futuro molto remoto da oggi: $W_\infty = w_\infty N_\infty$.

FLASHBACK RIVISITANDO

Entrambi i fattori sono suscettibili di variazioni nel tempo. Oggi la popolazione della Terra è di circa 7 miliardi, mentre il consumo medio *pro capite* di polipropilene è di circa 8 kg ed è fortemente legato all'area geografica considerata, variando da 18,5 kg di USA ed Europa a 2,3 kg dell'India.

La variazione di questi due fattori comporta la variazione del valore assunto dal parametro W_{∞} ma non fa variare il tempo nel quale si raggiunge il picco di Hubbert del polipropilene.

Queste considerazioni fanno emergere anche la direzione verso la quale orientare un miglioramento di questo modello elementare: incorporare gli effetti degli sviluppi della tecnologia di produzione sulla costante cinetica $k(t)$, gli effetti della competizione fra i materiali sul parametro w_{∞} e gli effetti della dinamica di variazione della popolazione della Terra sul parametro N_{∞} .

Questi effetti dovranno essere descritti da altrettante equazioni, da affiancare alla formulazione attuale.

Bibliografia

- [1] J.M. Keynes, Possibilità economiche per i nostri nipoti seguito da, G. Rossi: Possibilità economiche per i nostri nipoti? Adelphi Edizioni, 2009.
- [2] R. Bellman, R. Roth, Quasi-linearization and the identification problem. World Scientific Publ. Singapore, 1983.
- [3] E.P. Moore, G.A. Larson, Introduction to PP in Business, contributed paper to Polypropylene Handbook, E.P. Moore, Ed. Hanser Publ., Munich, 1996.
- [4] Townsend Solutions, Polypropylene Annual Reports, 1994-2011, www.plasticmarketdata.com
- [5] M.K. Hubbert, Nuclear energy and the fossil fuels, API Drilling & Production Practice, Proc. Spring Meeting, San Antonio (TX), USA, 1956.
- [6] S. Carrà, *Chimica e Industria*, 2012, **94**(6), 64.
- [7] M. Avrami, *J. Chem. Phys.*, 1939, **7**, 1103; 1940, **8**, 212; 1941, **9**, 177.
- [8] M.C. Tobin, *J. Polym. Sci.; Polym. Phys. Ed.*, 1974, **12**, 399.

ABSTRACT

A Reflection on Polypropylene Global Market: the Hubbert Peak

Fifty years after the Nobel Prize for Chemistry to K. Ziegler and G. Natta, it seems appropriate reflecting on the global polypropylene market, from an unusual perspective: use polypropylene as a tracer able to reveal the future development of the planet economy. The historical data of yearly global polypropylene consumption was analyzed on the basis of a mathematical model. According to this model, the rate of change of the market is growing until 2020, when the market growth reaches its maximum value of about 2.5 Mt/year (here called, Hubbert peak of polypropylene), after that the market growth experiences an unstoppable decline, until the saturation value is reached. The downturn in the polypropylene global market is therefore imminent.

Istruzioni per gli Autori

La Chimica e l'Industria è una rivista di scienza e tecnologia e di informazione per i chimici. Nella rubrica "Attualità" ospita articoli o comunicati brevi su argomenti di interesse rilevante per tutti coloro che operano nella chimica, richiesti dalla redazione o ricevuti come lettere al direttore. Nella sezione "Science and Technology" pubblica in inglese monografie scientifiche di chimica, ingegneria chimica e tecnologie farmaceutiche, concordate o richieste dal comitato scientifico o dalla redazione. Nella sezione "Chimica e..." ospita articoli in italiano o in inglese di carattere applicativo, tecnologico e informativo per tutti i settori rilevanti della chimica.

Testi

I testi possono essere trasmessi via e-mail, completi di tabelle e figure, con chiara indicazione dei nomi degli autori, scrivendo per esteso anche il nome di battesimo, gli Istituti o Enti presso i quali svolgono la loro attività e relativo indirizzo. Va allegato inoltre un breve riassunto del testo sia in italiano sia in inglese (max 300 battute). I testi dovranno essere contenuti in non più di 30.000 battute per quanto riguarda la sezione "Science and Technology", e non più di 16.000 battute per quanto riguarda la sezione "Chimica e...". Il numero complessivo di tabelle e figure non dovrebbe essere superiore a 10 per la sezione "Science..." e a 5 per la sezione "Chimica e...". Tutti gli articoli dovranno essere corredati di un'immagine esplicativa dell'argomento da poter utilizzare come foto di apertura. Il titolo non dovrà essere lungo più di 30 battute. Immagini, schemi, figure vanno inviate in formato jpg, tiff o gif in file separati. Si raccomanda di uniformare la lingua delle immagini a quella del testo.

I richiami bibliografici (non più di 30-35), da citare all'interno del testo, devono essere numerati progressivamente, con numeri arabi tra parentesi quadre. La bibliografia va riportata in fondo al testo secondo gli esempi:

- [1] D.W. Breck, Zeolite Molecular Sieves, J. Wiley, New York, 1974, 320.
- [2] R.D. Shannon, *Acta Crystallogr.*, 1976, **32**, 751.
- [3] U.S. Pat. 4.410.501, 1983.
- [4] Chemical Marketing Reporter, Schnell Publ. Co. Inc. (Ed.), June 15, 1992.
- [5] G. Perego *et al.*, Proceedings of 7th Int. Conf. on Zeolites, Tokyo, 1986, Tonk Kodansha, Elsevier, Amsterdam, 129.

La redazione invita inoltre gli Autori ad inviare in allegato (fuori testo) con gli articoli anche fotografie o illustrazioni relative al contenuto, sia di tipo simbolico sia descrittivo, per migliorare l'aspetto redazionale e comunicativo (la direzione se ne riserva comunque la pubblicazione). Tutto il materiale deve essere inviato per e-mail a: dott. Anna Simonini, anna.simonini@soc.chim.it



Esempio visivo della legge di Beer-Lambert-Bouguer (Amirber-Wikipedia)

Marco Taddia
Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician"
Università di Bologna
marco.taddia@unibo.it

SUL FILO DI LANA. BEER, BERNARD E LA LEGGE DELL'ASSORBIMENTO*

Nel 1852, tre mesi dopo che August Beer aveva pubblicato i risultati delle sue ricerche sull'assorbimento della luce da parte delle soluzioni colorate, anche Félix Bernard giunse a stabilire, in maniera indipendente, una relazione fra l'assorbimento della luce, lo spessore attraversato e il "titolo" delle soluzioni. Questo lavoro si propone di confrontare i rispettivi contributi.

Affermare, senza mezzi termini, che non c'è legge scientifica che porti il nome di chi l'ha scoperta [1] sembra davvero azzardato benché, non di rado, a chi si occupa di storia, capiti d'imbattersi in attribuzioni controverse, priorità contestate e contributi trascurati. Quando si è convinti che la conoscenza e le conquiste scientifiche derivano da un impegno collettivo, tutto ciò appare quasi fisiologico. Semmai, alla fine, è utile riflettere sul carattere accidentale della fama e sul confine sottile che la separa dall'oblio.

Un esempio interessante è quello che riguarda la legge dell'assorbimento della radiazione elettromagnetica, detta sbrigativamente di Lambert-Beer (o Beer-Lambert), benché la IUPAC non trascuri di aggiungere il nome di Bouguer [2-3]. Come spiegato in precedenza su queste pagine [4], la genesi di questa importante legge è complicata. Altri Autori [5-7] se ne sono occupati ma restano alcuni punti da approfondire.

Trent'anni prima che Johann Heinrich Lambert (1728-1777) esprimesse in termini moderni e precisi la legge dell'assorbimento mediante il calcolo differenziale [8], Pierre Bouguer (1698-1758) dedus-

se che nell'attraversare un corpo trasparente la luce si attenuava secondo una curva logaritmica [9]. A sua volta, per quanto riguarda la diminuzione dell'intensità luminosa con la distanza, lo stesso Bouguer era stato preceduto da numerosi altri che, a partire dagli anni Trenta del secolo XVII, in maniera più o meno esplicita, si erano espressi per un andamento secondo progressione geometrica [4]. Il contributo di August Beer (1825-1863) [10] riguarda il comportamento delle soluzioni e non è di immediata interpretazione. La sua legge non contiene esplicitamente il termine concentrazione ma solo la quantità di sostanza assorbente. Egli utilizzò lo spessore di soluzione

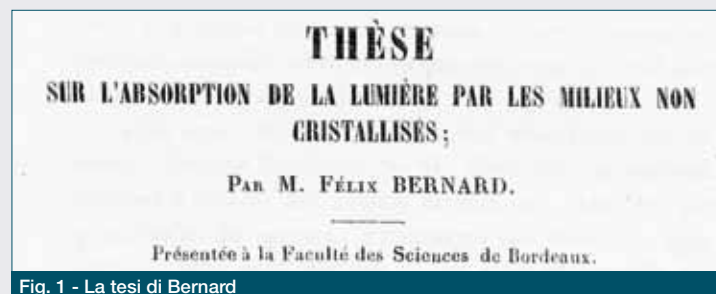


Fig. 1 - La tesi di Bernard

*Lavoro presentato al XXXII Congresso della Società degli Storici della Fisica e dell'Astronomia SISFA (Roma, 27-29 settembre 2012).

FLASHBACK

PAGINE DI STORIA

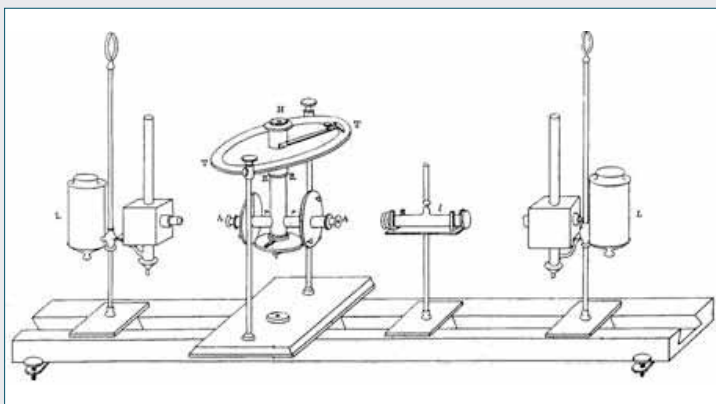


Fig. 2 - Il fotometro a polarizzazione utilizzato da Beer

attraversato per correlare tra loro i dati ottenuti a differenti diluizioni, individuando un fattore di proporzionalità. Poche settimane dopo anche Felix Bernard (1816-1865) giunse a conclusioni analoghe con la *Thèse sur l'absorption de la lumière par les milieux non cristallisés* [11] (Fig. 1), ma il suo nome, spesso trascurato dai libri [12], rimane perlopiù sconosciuto agli utilizzatori. Questo lavoro si propone di estendere l'analisi storica già iniziata [4], approfondendo il contributo di Bernard alla formulazione della legge.

Il contributo di Beer

August Beer (Trier 1825 - Bonn 1863) fu allievo del matematico e fisico Julius Plücker (1801-1861). Nel 1848 pubblicò il suo primo saggio e conseguì il dottorato. Due anni dopo cominciò ad esercitare l'insegnamento all'Università di Bonn in veste di Privatdozenten. Diventò professore di matematica, a tutti gli effetti, nel 1855. L'anno prima aveva pubblicato il trattato di ottica *Einleitung in die höhere Optik* che rimarrà la sua opera più importante e poi una serie di articoli sui *Poggendorff's "Annalen"*. Un'altra sua opera *L'Electrostatik* uscirà postuma, un anno dopo la sua morte. Il contributo sull'assorbimento della luce da parte dei liquidi colorati (*Bestimmung der Absorption der rothen Lichts in farbigen Flüssigkeiten*), che porterà ad associare il suo nome a quello di Lambert nell'omonima legge, venne pubblicato sugli *Annalen* nel 1852, esattamente il 3 giugno [10]. Utilizzando un fotometro a polarizzazione con due prismi di Nicol, due lampade ad olio e un filtro rosso (Fig. 2), Beer effettuò misurazioni di assorbimento della luce rossa su soluzioni a diversa concentrazione di sali di rame, nichel, cromo e ferro. Il fotometro che utilizzò era basato sulla legge di Malus (E.L. Malus, 1775-1812).

Secondo questa legge, quando un raggio di luce polarizzata incide su un analizzatore l'intensità della luce trasmessa è direttamente proporzionale al quadrato del coseno dell'angolo formato dagli assi di trasmissione dell'analizzatore e del polarizzatore. Beer dedicò particolare attenzione al rame. Oltre ad esaminare il cloruro, effettuò confronti in ambiente acido (solforico, acetico) e ammoniacale. Interessante quest'ultimo, anche dal punto di vista chimico, perché oggi si sa che l'intensificarsi del colore è dovuto alla formazione di complessi stabili cupro-ammoniacali.

Gli esperimenti di Beer sono stati ripetuti in tempi a noi più vicini per valutarne la consistenza. I risultati ottenuti ne confermano l'attendibilità ma bisogna aggiungere che, secondo coloro che hanno studiato in profondità il suo contributo [6], non sono seguiti da ragionamenti che giustificano l'attribuzione della legge a lui medesimo. Mancherebbe, in sostanza, una legge dell'assorbimento in cui appare esplicitamente la concentrazione. Egli ragionava soltanto in termini di massa di materiale assorbente e sembra non avesse capito che c'era una relazione funzionale tra assorbanza e concentrazione. Le sue conclusioni ruotano soprattutto intorno al cammino ottico, che non verrebbe trattato come una variabile simmetrica rispetto alla concentrazione. Un passaggio eloquente estratto da [10] e già citato da altri [6] è il seguente: "...si è riempito un tubo lungo un decimetro con una soluzione di solfato di rame ottenuta aggiungendo un volume di soluzione a concentrazione 13,5° [gradi misurati con il fotometro] a nove volumi di acqua; perciò la soluzione ottenuta aveva diluizione 1/9 [concentrazione 10%]. Un altro tubo da due decimetri è stato riempito con una soluzione a diluizione 1/19 [concentrazione 5%]. Quest'ultima conteneva quindi altrettanta soluzione concentrata quanto la prima; le misurazioni alla luce rossa diedero per il tubo corto un angolo α pari a $3^{\circ}28'10''$ e per quello lungo $3^{\circ}23'0''$... da cui risultano valori del coefficiente di assorbimento della soluzione concentrata approssimativamente uguali 0,0065 e 0,0063".

Félix Bernard

La più completa e forse unica fonte a disposizione per ricostruire la biografia di Félix Bernard è il discorso che Etienne Henry Brochon Figlio (1833-?) tenne per commemorarne la scomparsa avvenuta il 23 novembre 1865 [13] (Fig. 3). Il discorso fu pubblicato l'anno seguente sui *Mémoires de la Société des Science Physiques et Naturelles de Bordeaux*, cui apparteneva lo stesso Bernard. Apprendiamo che nacque il 5 febbraio 1816 e che fin dall'età infantile dimostrò un'attitudine particolare per le belle arti e in particolare per la pittura e la musica. Il padre, valente architetto, morì prematuramente e Félix fu costretto ad abbandonare gli studi. Emigrò in Messico con l'intenzione di fondarvi una scuola ma poi preferì dedicarsi al giornalismo e curare gli interessi francesi. I rapporti fra la Francia e il Messico erano difficili e, di lì a poco, ci sarebbe stato il primo intervento milita-

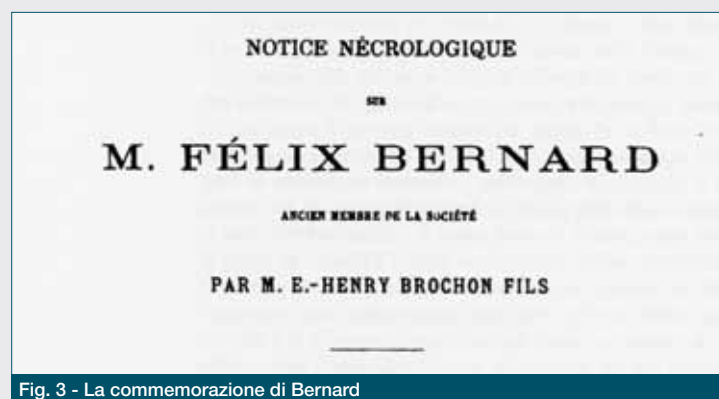


Fig. 3 - La commemorazione di Bernard

re francese dovuto a mancati risarcimenti. Ci fu infatti un blocco navale seguito dalla distruzione della flotta messicana da parte dell'ammiraglio Boudin a Vera-Cruz nel 1838. A quel punto però il Messico dichiarò guerra alla Francia, si mossero gli Stati Uniti e poi intervenne la diplomazia britannica. Il 9 marzo 1839 le forze francesi rientrarono in patria. Anche Bernard, temendo rappresaglie, tornò in patria. Abbandonò la politica e nel 1841 lo ritroviamo alla scuola di Lecoutre de Beauvais intento a riprendere gli studi scientifici. Aveva finalmente trovato la sua strada e, senza rinnegare la passione per la musica e la pittura, si dedicò in pieno alla nuova attività, conseguendo anche i titoli di studio che gli mancavano. Prima il baccellierato, poi la licenza e infine il titolo di dottore in scienze che gli aprirà le porte dell'insegnamento al Liceo di Bordeaux

come professore aggiunto. Ma intanto, grazie alle sue ricerche e pubblicazioni, saliva nella considerazione degli ambienti scientifici e così la Facoltà di Scienze di Clermont gli affidò prima dei corsi (1855) e poi lo chiamò come titolare della cattedra di fisica.

L'Accademia di Clermont-Ferrand lo accolse nelle sue file, mentre la *Société des Science Physiques et Naturelles de Bordeaux*, che fino ad allora lo aveva annoverato fra i suoi membri, lo incluse fra i corrispondenti.

La commemorazione ricorda in particolare la sua partecipazione alla seduta del 27 luglio 1855 nel corso della quale espose in maniera sagace e chiara i risultati delle sue esperienze sullo spettro solare. Di queste e di altre si parlerà nel paragrafo seguente.

L'opera scientifica di Bernard

Prima di discuterne lo specifico contributo alla legge dell'assorbimento può essere interessante fare una panoramica sulla sua opera che, oltre alla citata *Thèse* [11], comprende una serie di altre memorie [14-17] il cui valore fu riconosciuto anche dai contemporanei.

La commemorazione, che cita alcuni giudizi dei contemporanei, lo prova. Essi si riferiscono in particolare al *Mémoire* sulle membrane elastiche. Lo zoologo Henri Milne Edwards (1800-1885), autore dell'*Histoire naturelle des Crustacés* (3 vol., 1837-1841) e delle *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux* (1857-1881) in 14 volumi, si esprime assai favorevolmente sui contributi di Bernard.

In un rapporto dedicato alle Società Scientifiche della provincia francese che lesse alla Sorbona nel 1863, ne parlò così: *"Dal 1852, questo fisico ha pubblicato ogni anno delle ricerche di ottica e di acustica ben fatte. Un Mémoire pubblicato con M. Bourge sulla vibrazione delle membrane elastiche è importante sia per la fisiologia che per la fisica e ci permette di comprendere meglio di quanto avevamo già appreso da Savart la funzione degli organi dell'udito"*.



Fig. 4 - David Brewster (1781-1868)

Un altro riconoscimento gli venne da Merget, professore a Lione. Si tratta probabilmente di Antoine-Eugène Merget (1819-1893), che successivamente andò in cattedra di fisica sanitaria, proprio a Bordeaux, dove era nato. Per quanto riguarda in maniera più specifica le ricerche di ottica, Milne Edwards così si esprimeva nel 1864: *"M. Félix Bernard ha fatto numerose e utili esperienze di ottica. Ha fornito nuove prove a sostegno della teoria di Newton, riguardo la composizione dei colori e ha rifiutato le obiezioni che uno dei più famosi fisici scozzesi, M. Brewster, aveva creduto di muovere a tale teoria. Infine egli ha confrontato accuratamente le lunghezze d'onda delle diverse tinte con quelle del raggio di luce che i fisici chiamano D, controllando in tal modo i risultati di Fraunhofer"*.

Il contrasto con il celebre fisico scozzese David

Brewster (1781-1868) (Fig. 4) cui accenna lo zoologo Edwards, nonché il sostegno a Newton, è ricordato anche oggi dagli storici della fisica [18, 19] ben più che il contributo alla legge dell'assorbimento. Di Brewster si parlerà più oltre.

A conclusione di questa breve panoramica bisogna aggiungere che l'autore della commemorazione elogiò anche l'abilità tecnica di Bernard. Questa, peraltro, traspare tuttora dalla lettura dei suoi lavori che denotano una particolare cura per i dettagli sperimentali.

Bernard e la legge dell'assorbimento

Bernard si occupò dell'argomento nella sua *Thèse sur l'absorption de la lumière par les milieux non cristallisés* presentata alla Facoltà di Scienze di Bordeaux e pubblicata sulle *Annales de Chimie et de Physique* nell'agosto del 1852 [11]. Si compone di tre parti che trattano rispettivamente:

1. La trasmissione della luce attraverso sostanze non cristalline;
2. Le modifiche che subisce lo spettro per opera dei mezzi assorbenti;
3. La misura dell'assorbimento.

La prima si può considerare una breve introduzione alle successive. Da essa emerge subito il suo contrasto con David Brewster a proposito dell'applicazione della teoria ondulatoria alla spiegazione dell'assorbimento. Brewster sosteneva che alcuni fenomeni dell'assorbimento la contraddicevano mentre Erman e De Wrede la pensavano diversamente. Erano due voci autorevoli in quanto M.A. Erman fu tra i primi ad avanzare (1844) un'ipotesi interpretativa delle righe di Fraunhofer con la memoria *"Sur la loi de l'absorption de la lumière par les vapeurs de l'iode et du brome"* pubblicata nel 1844 sui *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences de l'Institut de France*, mentre del barone Fabian Von Wrede è il *Memoir on the Absorption of Light* (1837). Bernard afferma di avere ripetuto gli esperimenti di Brewster, di averne analizzato i risultati e tratto le

FLASHBACK

PAGINE DI STORIA

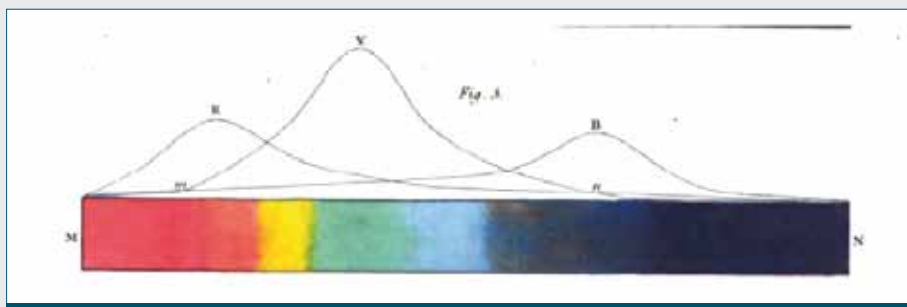


Fig. 5 - I colori secondo Brewster

conseguenze, concludendo che erano in totale contrasto con quelle che Brewster aveva utilizzato per la sua teoria della dispersione.

All'introduzione segue una parte, composta di una trentina di pagine, in cui viene richiamata innanzitutto la disposizione delle righe nello spettro solare e la comparazione di Brewster fra le righe di Wollaston e di Fraunhofer. Si ricorda poi che secondo Brewster lo spettro solare ne comprendeva tre di uguale estensione: il rosso, il giallo e il blu (Fig. 5). Tutti i colori, secondo Brewster, derivavano da una combinazione di questi tre. Brewster espose la sua teoria nel discorso *On a new analysis of solar light, indicating three primary colours, forming coincident spectra of equal length*, letto il 21 marzo 1831 alla Royal Society di Edimburgo e pubblicato tre anni dopo [20]. La teoria non convinceva il fisico e astronomo di origine tedesca Friedrich Wilhelm Herschel (1738-1822) e Brewster gli rispose riferendo i dettagli dei suoi esperimenti su *The Edinburgh Journal of Science*. Bernard riprende tutto ciò ma, alla fine, critica il punto di partenza. Brewster, sorprendentemente, prima ancora di cominciare gli esperimenti, s'immaginava che ovunque l'occhio si aspettasse che un colore dello spettro derivasse dalla combinazione di altri due, ciò si verificasse realmente. Così, ad esempio, era evidente per il verde, colore che si poteva considerare derivato da giallo e blu.

A questo punto Bernard si era convinto che fosse inutile addentrarsi in una discussione teorica. Le stesse riserve le aveva l'abate Moigno (1804-1884), gesuita e fisico, allievo di Cauchy. La conseguenza immediata della teoria di Brewster era, secondo Bernard, l'eliminazione di qualsiasi collegamento fra colore e rifrangibilità, per questo decise di eseguire una serie di esperienze per confermarla o smentirla. Le descrive in dettaglio, con i relativi risultati, che lo portano alle seguenti conclusioni:

1. l'intensità della luce influisce a tal punto sulla sensazione di colore che può non solo modificare lo spettro nel suo insieme, ma anche far sì che alcune tinte possano sparire del tutto;
2. l'assorbimento prodotto per azione dei mezzi esaminati (vetri o soluzioni colorate) non influisce né sull'intensità, né sulla natura delle tinte.

Tutto ciò lo portò a rifiutare la teoria di Brewster, come peraltro avevano già fatto George Biddell Airy (1801-1892), John William Draper (1811-1882) e Macedonio Melloni (1798-1854). A proposito della rifrangibilità aggiungeva: "a ogni raggio di data rifrangibilità e con una data intensità, corrisponde un colore in grado di riprodursi in maniera

identica a parità di condizioni".

Nell'ultima parte della *Thèse*, la più interessante ai fini di questo lavoro, Bernard si richiama innanzitutto alla legge dell'assorbimento di Bouguer e poi precisa la sua terminologia. "...chiamiamo con ε il coefficiente di assorbimento, con e lo spessore del mezzo; l'intensità della luce omogenea trasmessa attraverso i corpi, a prescindere dalle riflessioni sulla superficie di incidenza e su quella di uscita sarà espressa da $(1-\varepsilon)^e$, assumendo unitaria la quantità

di luce incidente sul primo strato, oppure come a^e dove a è il coefficiente di trasmissione". Passa poi a spiegare le conseguenze dell'assorbimento della luce non "omogenea" in funzione dello spessore e quindi i colori verdi e blu dell'acqua di mare.

Ne illustra i motivi e, successivamente, descrive lo strumento impiegato per le misure di assorbimento, ossia il fotometro a polarizzazione (Fig. 6). Seguono le procedure operative e le avvertenze per ottenere la massima precisione nel valore dell'azimut. Per quanto riguarda lo strumento, ne parlò successivamente anche sui *Comptes Rendus* [17] spiegando che la sua costruzione fu opera dell'abile "artist" Duboscq, ovvero, con ogni probabilità, di Louis Jules Duboscq (1817-1886), inventore e fabbricante di strumenti scientifici e dell'omonimo colorimetro. Per isolare le bande di lunghezza d'onda che gli servivano, Bernard ricorreva a soluzioni colorate trasparenti a determinate

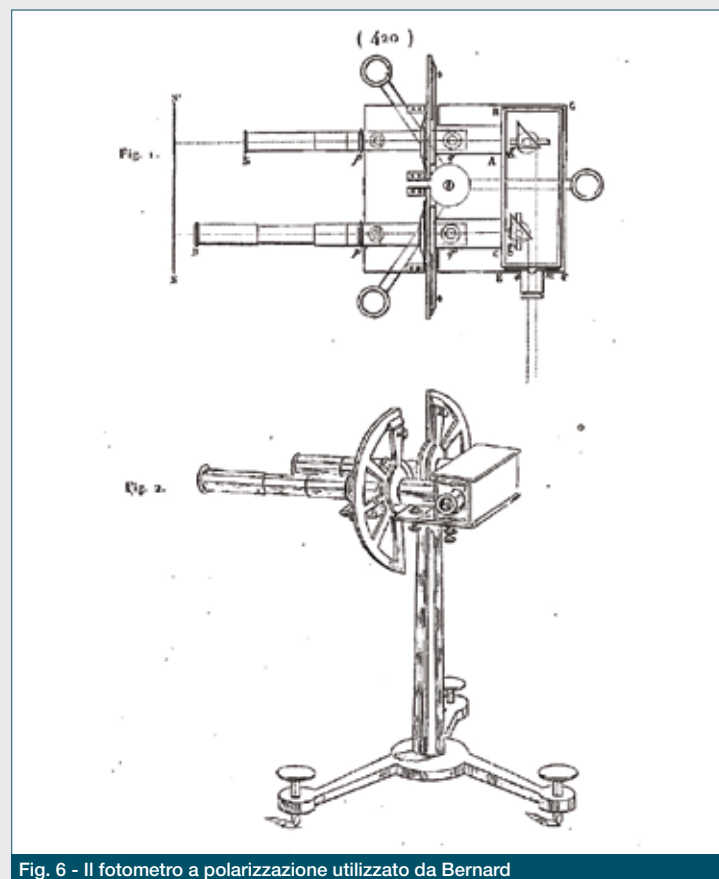


Fig. 6 - Il fotometro a polarizzazione utilizzato da Bernard

zone dello spettro. Così, per isolare il giallo ricorreva a una soluzione di bicromato di potassio e solfato di nichel, accoppiata a un vetro blu. Il bicromato estingueva il verde, il blu e il violetto, mentre il solfato di nichel estingueva il rosso estremo.

Il vetro blu completava l'operazione estinguendo l'arancione.

Poi misurò l'assorbimento di spessori crescenti di vetro tipo *crown* e soluzioni acquose di diversi sali, come cromato di potassio e solfato di rame ammoniacale, verificando prima la costanza degli angoli azimutali: "Ho verificato questa condizione su pezzi di *crown* della stessa origine, con spessori crescenti da 2 a 6 centimetri; quello più sottile aveva uno spessore di circa 1/3 di millimetro. Ho operato allo stesso modo su un gran numero di soluzioni colorate e soluzioni saline, facendo variare ora gli spessori, ora semplicemente il titolo delle soluzioni e mantenendo costanti gli spessori: in ciascuna serie di osservazioni, gli angoli azimutali restavano invariati".

In Fig. 7 sono riportati i dati che ottenne. Il discorso resta poi in sospeso e il ragionamento che lo precede (un po' confuso) non aiuta il lettore a farsi un'idea precisa sulle conclusioni che Bernard ne ricava, eccetto la costanza del valore di a .

A questo punto, per giungere a una conclusione, si può ragionevolmente affermare che né Beer, né Bernard erano giunti a formulare la legge di assorbimento della radiazione elettromagnetica nella forma odierna. Entrambi però avevano contribuito al suo sviluppo in maniera decisiva. Bernard aveva presentato, forse, meno dati sperimentali di quelli che aveva ottenuto e sembra quasi che avesse sottovalutato l'importanza di questo gruppo di esperimenti e fosse più impegnato a smentire Brewster.

Anche la forma della sua esposizione come tesi di laurea (seppur pubblicata), confrontata con quella di Beer (articolo scientifico) gli ha nuociuto in termini di concisione e immediatezza del messaggio. Anche oggi, estrarre dalla *Thèse* ciò che interessa di più ai fini della valutazione è un'impresa che richiede una buona dose d'impegno

e di pazienza. Il breve lasso di tempo (da giugno ad agosto 1852) che intercorse fra la pubblicazione dei loro contributi ha fatto il resto, senza dimenticare che, probabilmente, Beer poteva contare su un prestigio e una fama che l'allora professore di liceo Bernard sicuramente non aveva.

Oggi che siamo più informati, sarebbe bene non trascurare il contributo del Francese, ricordando che l'estensione della legge dell'assorbimento alle soluzioni fu opera anche sua e che il progresso della scienza non è una corsa verso il filo di lana.

PREMIÈRE MÉTHODE.						
	qualité des rayons.	n.	ε	γ	valeurs de a.	MOYENNES.
Crown indice de réfraction, 1,514.	Rouge.....	61. 0	59. 0	54. 15	0,9677 0,9637	0,9657 ± 0,002
	Vert 2 ^e esp.....	65. 0	63. 0	60. 45	0,9589 0,9561	0,9575 ± 0,002
Dissolut. de chromate de potasse renfermant 0,001 de sel par centimètre cube.	Rouge.....	61. 0	61. 15	51. 30	0,9839 0,9554	0,9697 ± 0,014
	Jaune.....	63. 45	61. 10	51. 0	0,9774 0,9541	0,9657 ± 0,012
Dissolution de sulfate de cuivre ammoniacal renfermant 0,0005 de sel par centimètre cube.	Orange.....	31. 25	24. 15	17. 0	0,5478 0,5080	0,5279 ± 0,019
	Jaune.....	37. 0	36. 0	18. 30	0,5039 0,5366	0,5202 ± 0,016
	Violet.....	57. 0	55. 0	53. 0	0,9506 0,9540	0,9523 ± 0,002

DEUXIÈME MÉTHODE.				
	QUALITÉ des rayons.	VALEURS DE a DÉTERMINÉES de 5 mm (p ²), et de 2 mm (p ¹ et p ²).	VALEURS DÉTERMINÉES de a.	MOYENNES.
Crown indice de réfraction, 1,514.	Rouge.....	0,9791	0,9685	0,9688
	Vert 2 ^e esp.....	0,9778	0,9577	0,9672
Dissolut. de chromate de potasse, titre précédent.	Rouge.....	0,9755	0,9651	0,9703
	Jaune.....	0,9554	0,9599	0,9576
Dissolution de sulfate de cuivre ammoniacal, titre précédent.	Orange.....	0,5474	0,5225	0,5349
	Jaune.....	0,5444	0,5271	0,5358
	Violet.....	0,9491	0,9503	0,9508

Fig. 7 - Tabella dei risultati dalla tesi da Bernard

Bibliografia

- [1] S.M. Stigler, *Trans. New York Acad. Sci.*, 1980, **39**(1), 147.
- [2] K. Laqua, W.H. Melhuish, M. Zander, *Pure Appl. Chem.*, 1998, **60**, 1449.
- [3] S.E. Braslavsky, *Pure Appl. Chem.*, 2007, **79**(3), 293.
- [4] M. Taddia, *Chimica e Industria*, 2008, **90**(9), 166.
- [5] F. Perrin, *J. Opt. Soc. of America*, 1948, **38**, 72.
- [6] H.G. Pfeiffer, H.A. Liebhafsky, *J. Chem. Ed.*, 1951, **28**, 123.
- [7] D.R. Malinin, J.H. Yoe, *J. Chem. Ed.*, 1961, **38**, 129.
- [8] I.H. Lambert, *Photometria sive mensura et gradibus luminis, colorum et umbrae*, Christopor Petri Deteleiffsen, 1760.
- [9] P. Bouguer, *Essai d'optique sur la gradation de la lumière*, Jombert, Paris, 1729, Ristampa Gauthier-Villars, Paris, 1921.
- [10] A. Beer, *Ann. Phys. Chem. (Poggendorff)*, 1852, **86**, 78.
- [11] F. Bernard, *Ann. Chim. Phys.*, 3e série, 1852, **35**, 385.
- [12] Johnston SF (2001) A History of Light and Colour Measurement.

IoP (Institute of Physics) Pub., Bristol.

- [13] E.H. Brochon fils, *Mém. Soc. Sci. Phys. Natur. Bordeaux*, 1866, **4**(1er Cahier), 15.
- [14] F. Bernard, *Comptes Rendus Séances Acad. Sci. Paris*, 1853, **36**, 728.
- [15] F. Bernard, J. Bourget, *Comptes Rendus Séances Acad. Sci. Paris*, 1860, **51**, 322.
- [16] F. Bernard, *Rév. Soc. Savantes*, 1864, **6**, 2.
- [17] F. Bernard, *Comptes Rendus Séances Acad. Sci. Paris*, 1856, **43**, 982.
- [18] R.L. Kremer, *Innovation through synthesis: Helmholtz and color research*, in D. Cahan (Ed.), Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth Century Science. University of California Press, Berkeley, 1993, p. 205.
- [19] F.A.J.L. James, *Hist. Sci.*, 1983, **21**, 335.
- [20] D. Brewster, *Trans. Royal Soc. Edinburgh*, 1834, **12**, 123.

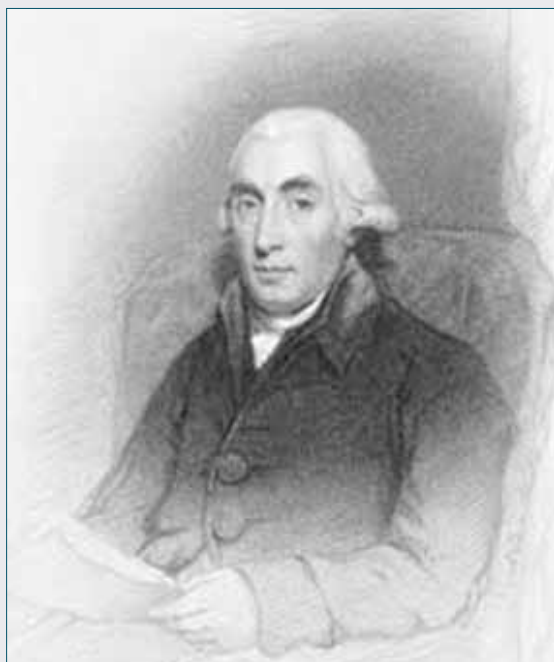


Fig. 1 - Joseph Black

Paolo Cardillo
pcardillo@alice.it

DANIEL RUTHERFORD E LA SCOPERTA DELL'AZOTO

Sebbene l'importante scoperta dell'azoto venga attribuita da molti storici della chimica a Daniel Rutherford, questo scienziato scozzese è rimasto quasi sconosciuto alla maggior parte dei chimici.

Una grande figura della chimica pneumatica e, in seguito, della termochimica [1] è stato Joseph Black (1728-1799) (Fig. 1), professore all'Università di Glasgow e poi all'Università di Edimburgo.

Fu un grande maestro, fondatore di una scuola che ebbe la sua influenza su Watt, Joule, Kelvin, Gibbs.

Il suo più noto contributo scientifico è raccolto nella sua tesi di laurea in medicina intitolata *Dissertatio medica inauguralis de humore acido a cibis orto et magnesia alba*, nella quale analizzava l'efficacia terapeutica della magnesia alba (carbonato di magnesio) nella cura dell'acidità dello stomaco e dei calcoli urinari.

Black aveva osservato diverse differenze chimiche tra la magnesia alba e la magnesia usta (la sostanza che si otteneva per calci-

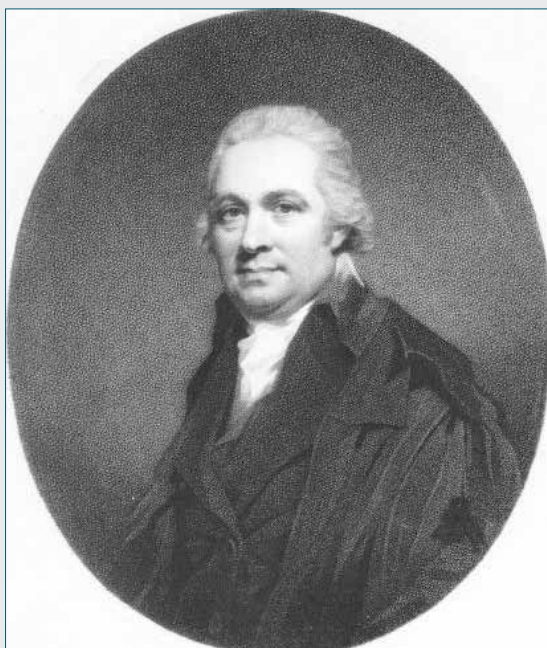


Fig. 2 - Daniel Rutherford

nazione della magnesia alba, in pratica ossido di magnesio) che lo indussero a proseguire le sue ricerche sulla natura degli alcali raccolte poi nella famosissima pubblicazione *Experiments upon magnesia alba, quicklime, and other alkaline substances* [2].

In questo lavoro, Black annunciava la scoperta di un'aria specifica (anidride carbonica) responsabile della causticità degli alcali. Black dimostrò che la magnesia alba, quando era riscaldata, sviluppava un gas e, conseguentemente, si trasformava in magnesia usta; il passaggio dalla magnesia alba a quella usta era quindi da attribuire solo alla perdita di un componente aeriforme che Black denominò *fixed air* (aria fissa).

Pur non avendo individuato la natura di questa aria fissa, Black riconobbe chia-

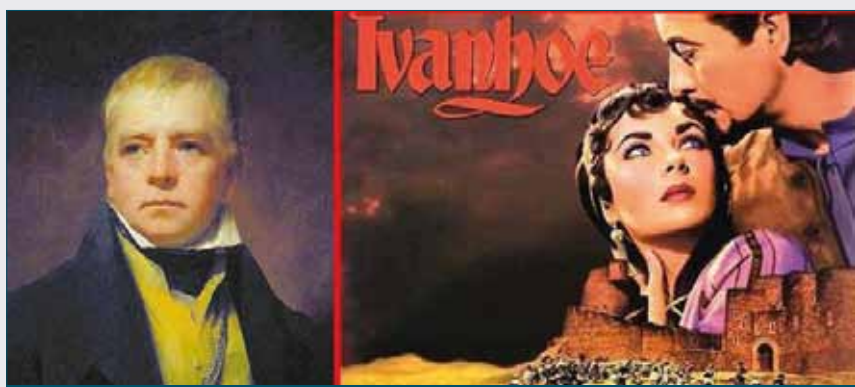


Fig. 3 - Walter Scott e il manifesto del film Ivanhoe, tratto dal suo celebre romanzo

ramente che si trattava di un'aria specifica, chimicamente distinta dall'aria atmosferica. I risultati delle esperienze di Black furono importanti per diverse ragioni. In primo luogo dimostravano la possibilità di ottenere anidride carbonica riscaldando un minerale, oltre che facendo bruciare della legna. In secondo luogo dimostrò che le sostanze gassose non venivano semplicemente emesse dai solidi e dai liquidi, ma potevano anche combinarsi con questi, determinando cambiamenti chimici. Inoltre, Black dimostrò che quando si lascia esposto all'aria l'ossido di calcio, esso si trasforma lentamente in carbonato di calcio, dalla qual cosa dedusse che l'aria contiene anidride carbonica che può combinarsi con altre sostanze in quantità determinabili mediante pesate; ottenne così, per la prima volta, una misura quantitativa di una combinazione chimica.

La scoperta di Black alterava completamente il pensiero dei chimici: un gas poteva combinarsi chimicamente con un solido (poteva essere "fissato" ad esso), per produrre un nuovo composto con proprietà diverse, invece di essere trattenuto da qualche forza fisica indefinita. Nello studiare le proprietà dell'aria fissa, Black scoprì che una candela accesa, immersa in questo gas, non bruciava più. Una candela accesa in un recipiente chiuso pieno di semplice aria ad un certo momento si spegneva, e l'aria rimasta non era più capace di alimentare una fiamma. Questo comportamento sembrava assolutamente ragionevole, dato che la candela, bruciando, aveva generato anidride carbonica. Ma quando si assorbiva, per mezzo di opportune soluzioni alcaline, l'anidride carbonica contenuta nell'aria racchiusa nel recipiente, una certa quantità d'aria restava inalterata. Quest'aria residua non poteva essere anidride carbonica, eppure non alimentava una fiamma.

Black affidò lo studio di questo problema a Daniel Rutherford (Fig. 2), uno dei suoi studenti. I risultati della ricerca costituiscono la sua tesi per la laurea in medicina.

Rutherford nacque a Edimburgo nel 1749, figlio di John, noto medico della città e fondatore della locale Medical School. Suo padre si sposò due volte: del primo matrimonio sopravvisse una figlia, Anne che sposò il padre di Walter Scott. Dal secondo matrimonio nacque Daniel che quindi era lo zio del famoso romanziere e poeta (Fig. 3)

Daniel studiò medicina, laureandosi nel 1772. Durante gli anni di studio frequentò i corsi di chimica di W. Cullen e di J. Black.

Dopo aver completato i suoi studi medici, viaggiò per tre anni in Inghilterra, Francia e Italia. Tornato a Edimburgo iniziò a svolgere la sua professione di medico, senza più interessarsi di problemi chimici.

Nel 1786 diventò professore di botanica all'Università di Edimburgo.

Durante gran parte della sua vita soffrì di gotta; morì nel 1819 a settant'anni [3-5].

Il titolo della sua tesi di laurea fu *Dissertatio Inauguralis de aere fixo dicto, aut mephitico* e fu pubblicata 17 anni dopo quella memorabile sull'aria fissa di Black (Fig. 4).

Nella sua tesi dottorale, tradotta in inglese da Crum Brown [6], Rutherford ha chiaramente distinto l'azoto dall'anidride carbonica.

La tesi iniziava con una rassegna delle ricerche di Black e Cavendish sull'aria fissa, quindi Rutherford descriveva i suoi esperimenti: mantenne un topolino in un volume limitato di aria finché la cavia morì.

Nell'aria rimasta fece poi bruciare una candela, finché questa si spense. Nel residuo fece poi ardere del fosforo, finché anche il fosforo cessò di bruciare.

Quindi l'aria venne fatta passare attraverso una soluzione alcalina (veniva assorbita l'anidride carbonica).

L'aria che rimaneva non alimentava la combustione, i topolini non potevano respirarla e le candele immerse in essa si spegnevano: "[...] dalla respirazione degli animali, l'aria buona e sana non solo diventa in parte mephitica ma subisce anche un'altra singolare variazione. Dopo che tutta l'aria mephitica è stata separata e rimossa da essa per mezzo della soda caustica, quella che rimane non diventa, in ogni caso, più

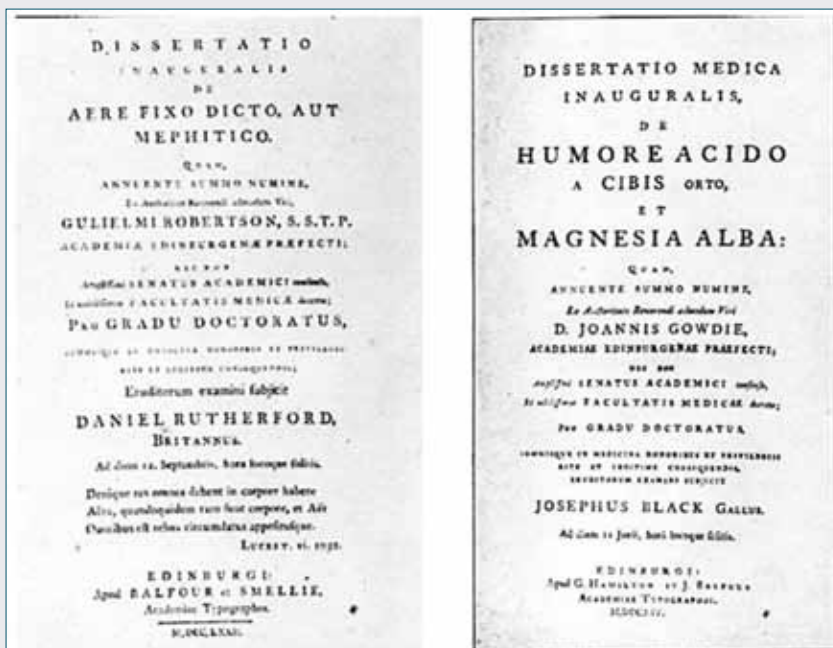


Fig. 4 - Frontespizio della tesi di Black e di Rutherford

FLASHBACK

PAGINE DI STORIA

sana; anche se non produce un precipitato in acqua alcalina, essa estingue sia la fiamma sia la vita. [...] Poiché gli effetti sono quasi gli stessi, quello che ho detto per la respirazione può essere ripetuto per la combustione.”

Dato che Rutherford, come il suo maestro Black e come Priestley, era sostenitore della teoria del flogisto, cercò di spiegare i risultati ottenuti in base a questa teoria.

La respirazione delle cavie e la combustione delle candele generavano flogisto che si mescolava all'aria, insieme all'anidride carbonica che si formava. In seguito, quando l'anidride carbonica veniva assorbita, l'aria che rimaneva conteneva ancora molto flogisto da renderla satura e da non poterne assorbire dell'altro. Per questa ragione, gli oggetti immersi in essa non bruciavano più.

La tesi di Rutherford è il più antico resoconto pubblicato sull'esistenza dell'azoto che, sebbene incapace di sostenere la vita e la combustione, non doveva essere confuso con l'aria fissa di Black.

Non c'è quindi alcun dubbio sulla priorità di Rutherford nella data di pubblicazione della scoperta anche se, probabilmente, H. Cavendish aveva fatto questa distinzione un po' prima ma non aveva pubblicato i risultati. Tra le sue carte è stato ritrovato un lavoro (non datato) che lo stesso Cavendish affermava di aver “comunicato” al Dr. Priestley [7] e in cui aveva scritto: “Non sono certo di quello che il Dr. Priestley intende per aria mefitica, anche se da alcune circostanze ritengo che egli parli di quella che il Dr. Black ha chiamato aria fissa. Il significato naturale di aria mefitica è ogni aria che soffoca gli animali, ma in tutta probabilità ci sono molti tipi di arie che possiedono questa proprietà. Sono certo che ce ne sono almeno due, l'aria fissa e l'aria comune in cui sono state fatte bruciare delle candele o che è passata attraverso un fuoco. L'aria che è passata attraverso un fuoco di carbonella (charcoal) contiene una grande quantità di aria fissa, che è generata dalla carbonella, ma consiste principalmente di aria comune che ha subito un cambiamento nella sua natura a causa del fuoco. Dato che ho condotto un esperimento su questo soggetto che sembra contenere alcune nuove circostanze, qui lo descrivo. [...]”

Con la sua caratteristica precisione Cavendish descrive il gas che rimane come residuo dopo che tutta l'aria comune (ossigeno) è stata

consumata e dopo aver eliminato l'aria fissa (anidride carbonica) formata a seguito della combustione: “La gravità specifica di questa aria differisce molto poco da quella dell'aria comune, essendo un po' più leggera. Essa estingue la fiamma e rende l'aria comune inadatta alla combustione dei corpi, nello stesso modo dell'aria fissa, ma in grado minore...”

Anche i nomi di Priestley e Scheele sono spesso associati con la scoperta dell'azoto.

In un lavoro letto davanti alla Royal Society nel marzo 1772 (sei mesi prima della pubblicazione della tesi di Rutherford) ma pubblicato nel 1773, Priestley ha menzionato alcuni esperimenti del tipo di quelli di Rutherford senza tuttavia fornirne un'interpretazione [8]. Sebbene Rutherford abbia fatto riferimento, nella sua tesi, agli esperimenti di Priestley sugli effetti della vegetazione sull'atmosfera, evidentemente non conosceva le sperimentazioni sull'azoto. Le osservazioni di Scheele che l'aria consisteva di due gas (fire air, ossigeno e vitiated air, azoto) non sono state pubblicate fino al 1777.

Black, sulla scoperta dell'azoto, ha scritto quanto segue [9]: “Appena inferiore in importanza all'aria vitale è la «vitiated air» di Scheele che io ho menzionato in alcune occasioni, come quella porzione «mefitica» dell'aria atmosferica che rimane quando l'aria vitale è stata assorbita da una soluzione alcalina.

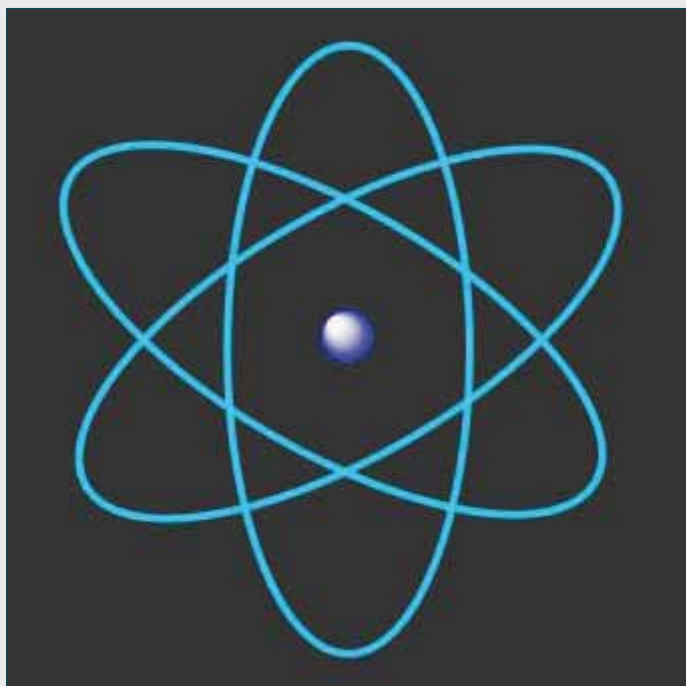
Io devo qui osservare, che questa porzione della nostra atmosfera è stata prima osservata nel 1772 dal mio collega Dr. Rutherford e da lui pubblicata nella sua dissertazione inaugurale. Egli ha allora scoperto che noi sbagliavamo nel supporre che tutta l'aria «mefitica» fosse l'aria fissa che io avevo scoperto.

Egli dice che dopo che questa è stata rimossa dalla soluzione alcalina, rimane una proporzione di aria molto grande che estingue la vita e la fiamma in un istante.

Subito dopo il Dr. Priestley ha incontrato questa aria nociva che ha prodotto con una varietà di esperimenti [...] In tutti questi casi, egli aveva ragione di ritenere che il flogisto avesse lasciato la sostanza sotto considerazione, si fosse combinato con l'aria, rendendola così «viziata». Così saturata con il flogisto, l'aria non ne può assorbire di più e quindi estingue la fiamma.”

Bibliografia

- [1] P. Cardillo, Affinità e Calore - Origini e sviluppo della termochimica, Stazione sperimentale per i Combustibili, San Donato Milanese, 2000.
- [2] J. Black, Experiments upon magnesia alba, quicklime, and other alkaline substances, Alembic Club Reprints N. 1, William F. Clay, Edinburgo, 1893.
- [3] A. Duncan, The Annual Biography and Obituary for the Year 1821, Vol. V, Longman, Londra, 1821, p. 138.
- [4] W. Ramsay, The Gases of the Atmosphere, 3^a Ed., MacMillan and Co., Londra, 1905.
- [5] M.E. Weeks, Discovery of Elements, 6^a Ed., J. Chem. Educ., 1956.
- [6] L. Dobbin, Daniel Rutherford's inaugural dissertation. Crum Brown's translation, J. Chem. Educ., 1935, **12**, 370.
- [7] V. Harcourt, Presidential address, Brit. Assoc. Reports, 1839, **9**, 3.
- [8] J. Priestley, Observations on different kinds of air, Phil. Trans., 1772, **62**, 147.
- [9] J. Black, Lectures on the Elements of Chemistry, Vol. I e II, Mundel & Son, Edimburgo, 1803.



Francesco Neve
Dipartimento di Chimica e Tecnologie Chimiche
Università della Calabria
f.neve@unical.it

CENT'ANNI DI ATOMO

A cento anni di distanza dalla formulazione della teoria quantistica dell'atomo e del cosiddetto modello planetario di Bohr-Rutherford le sorprese non sono ancora finite. Perlomeno sul versante sperimentale.

Quest'anno ricorre un anniversario molto importante per la storia della fisica e della chimica. Nel luglio 1913 compariva un lungo articolo in tre parti a firma del fisico danese Niels Bohr, all'epoca poco meno che trentenne [1]. Questa data rappresenta la nascita della teoria quantistica dell'atomo, una naturale, e per niente scontata, conseguenza della rivoluzionaria teoria dei quanti di Planck [2] (Fig. 1). Quel quadro teorico forniva una giustificazione delle osservazioni sperimentali e creava uno strumento per l'interpretazione dello spettro di emissione degli atomi. Come tutti sappiamo, la teoria non era affatto perfetta e rappresentava solo l'inizio di un lungo percorso teorico che si concluse con la Conferenza di Como del 1927 (dove erano presenti tutti i fisici più importanti tranne Einstein) e con la pubblicazione del famoso lavoro su *Nature* "Il postulato quantistico e i recenti sviluppi della teoria atomica" [3]. Quest'ultimo in realtà era una riformulazione più estesa della Lettera a *Nature* di tre anni prima [4].

Atomi gonfiati

Gli atomi stabili godono di una stabilità "mostruosa". Il nucleo esercita la sua tremenda forza di attrazione sugli elettroni e questi sono liberi di muoversi solo nelle im-

mediate vicinanze del nucleo stesso; tuttavia non su orbite né fisse né circolari come aveva previsto Bohr (Fig. 2).

Tutti sappiamo che la probabilità di trovare elettroni di un atomo a distanze molto grandi non è nulla, eppure la possibilità pratica di stabilizzare atomi in cui gli elettroni (o anche uno solo di essi) siano a distanze migliaia di volte più grandi di quelle a riposo è praticamente vicina a zero. Figuriamoci quando si pensi ad elettroni 100.000-1.000.000 di volte più lontani dal nucleo.

Se esistessero, atomi del genere sarebbero enormi se confrontati con gli atomi della nostra quotidianità, così grandi da essere visibili quasi a

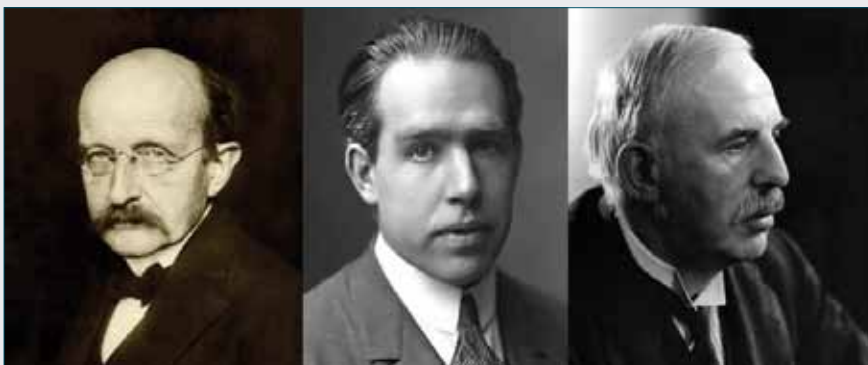


Fig. 1 - Max Planck (sinistra), Niels Bohr (centro) ed Ernest Rutherford

FLASHBACK

PAGINE DI STORIA

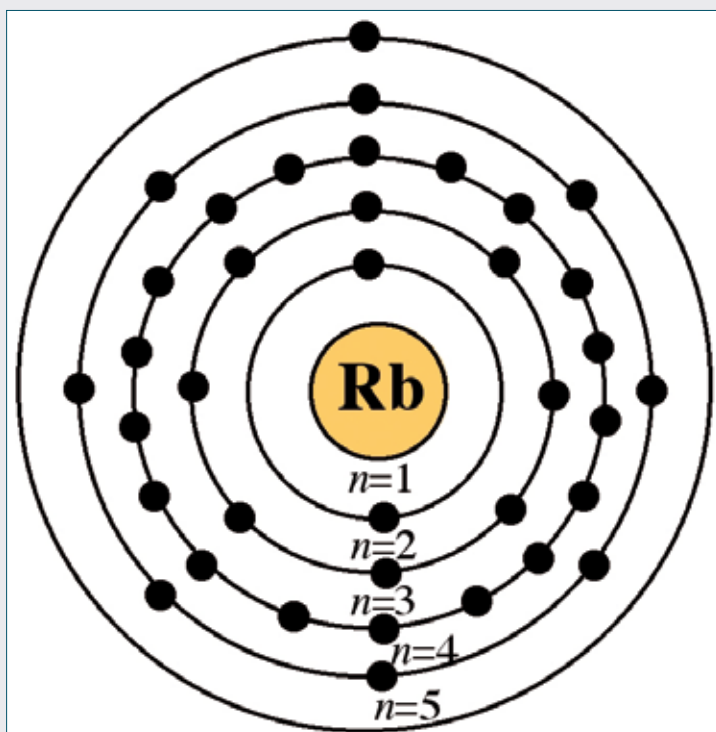


Fig. 2 - Struttura elettronica dell'atomo di Rb (Z=37) secondo il modello di Bohr

Tab. 1 - Proprietà di stati di Rydberg di atomi idrogenoidi e dipendenza da n^a

Proprietà	Dipendenza	$n=10$	$n=100$	$n=1000$
Raggio medio	$a_0 n^2$	5,3 nm	0,53 μm	53 μm
Periodo del moto orbitale	$\tau_0 n^3$	0,15 ps	0,15 ns	0,15 μs
Separazione tra livelli adiacenti	$2Rn^{-3}$	200 cm^{-1}	0,2 cm^{-1}	$2 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$
Polarizzabilità	$\propto n^7$	0,2	$0,2 \times 10^7$	$0,2 \times 10^{14}$

^a a_0 e R sono il raggio di Bohr (0,0529 nm) e la costante di Rydberg; $\tau_0 = 1,518 \times 10^{-16} \text{ s}$

occhio nudo, e sarebbero destinati a essere più che effimeri. Studiati per la prima volta da Amaldi e Segrè [5], sono i cosiddetti *atomi di Rydberg*, nei quali uno (o più) elettrone di valenza è eccitato ad un valore di numero quantico principale n molto elevato ($n = 30-300$). Tali atomi, a lungo cercati e oggi più studiati che mai per i computer quantistici del futuro [6], sono instabili sulla Terra ma riescono a sopravvivere in formazioni gassose interstellari o nei plasmi. È ad essi che si possono ricondurre diverse emissioni nella regione delle onde radio provenienti da lontane galassie. Ad esempio, l'emissione dell'idrogeno da uno stato di Rydberg $n=76$ verso il livello $n=75$ è osservata dagli astronomi a $\nu = 14,68999 \text{ GHz}$ ed è chiamata $\text{H}76\alpha$ [7].

Le eccezionali proprietà degli atomi (o stati) di Rydberg - tempo di sopravvivenza lungo, enormi dimensioni, grande momento di dipolo, moto traslazionale estremamente lento, ecc. - ne fanno i candidati ideali per lo studio di particolari fenomeni collettivi. In particolari condizioni (ad esempio a bassissima T), gli atomi di Rydberg possono costituire aggregati o clusters dando origine a quella che viene chiamata *materia di Rydberg*. Molto recentemente è apparsa nella letteratura specializ-

zata una dimostrazione dell'esistenza di *molecole di Rydberg* [8, 9]. Si tratta di entità in cui due atomi di Rydberg o un atomo di Rydberg e un atomo classico sono tenuti insieme da un'interazione di legame a carattere elettrostatico.

Nel tempo i fisici sono riusciti a realizzare atomi con uno o più elettroni di Rydberg [10], utilizzando generalmente elementi alcalini o alcalino-terrosi facilmente riducibili allo stato atomico gassoso. La particolarità degli atomi di Rydberg è che le loro interessanti proprietà dipendono da n in una maniera molto semplice (Tab. 1). Ad esempio, se il raggio orbitale varia con n^2 , il numero di livelli di energia in un piccolo range di energia varia come n^5 . Questo comporta che un'eventuale transizione $n \rightarrow (n-1)$ per un valore di n molto elevato comporterebbe una variazione di energia estremamente piccola se confrontata con una del tipo $n(2) \rightarrow n(1)$ o $n(3) \rightarrow n(2)$. Dal punto di vista fisico viene detto che gli atomi di Rydberg si comportano come un atomo di idrogeno perché l'elettrone di Rydberg è così distante dal nucleo che l'interazione nucleo-elettrone è assimilabile a quella tra un elettrone e uno ione di carica $+1$ (e cioè con la stessa carica nucleare di un singolo protone).

In un recente esperimento un elettrone del potassio è stato portato a $n \sim 300$ mediante l'uso di un laser molto preciso [11]. Questo elettrone, che si muove su un'orbita kepleriana quasi-circolare, ha una velocità enormemente più bassa rispetto a quella in un atomo a riposo (il periodo dell'orbita kepleriana è $\sim 4 \text{ ns}$), e può essere guidato nel suo moto mediante impulsi elettromagnetici rapidissimi e sincronizzati con il moto orbitale dell'elettrone localizzato. Dal momento che tale condizione può essere mantenuta in maniera praticamente indefinita, si può convenire sul fatto che si sia trattato di riprodurre quasi un atomo di Bohr. Nel 2012 lo stesso gruppo di ricerca è andato oltre riuscendo a spostare pacchetti d'onda (la versione quanto-meccanica di particelle classiche che si muovono su un'orbita stazionaria) da una condizione iniziale $n \sim 305$ ad una finale di $n \sim 600$ nell'80% degli atomi di potassio a

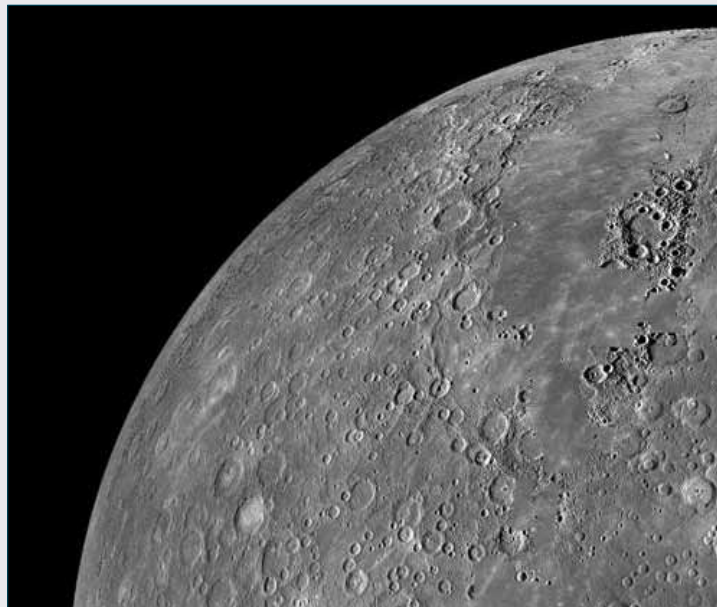


Fig. 3 - Parte della superficie di Mercurio ripresa dalla sonda Messenger

cui era stato applicato un campo elettrico sinusoidale 1-D di periodo di oscillazione crescente [12]. Secondo gli autori, il successo dell'esperimento è un buon viatico per la futura creazione di atomi eccitati a due elettroni di Rydberg con tempi di vita sufficientemente lunghi.

Atomi svuotati

Se la formazione degli atomi di Rydberg riguarda l'eccitazione di elettroni di valenza, enormi energie sono richieste per creare vuoti nella struttura elettronica degli atomi, cioè per ionizzare elettroni di core. Si tratta cioè di ricreare condizioni estreme simili a quelle che ad esempio si pensa si realizzino quando ioni pesanti espulsi dal Sole vanno a colpire la superficie di pianeti privi di atmosfera (come Mercurio, v. Fig. 3) danneggiandola profondamente [13].

Quando gli ioni (ad alta carica positiva) trasportati dal vento solare arrivano a brevissima distanza dalla superficie inducono la ionizzazione degli atomi superficiali. Lo ione impattante attrae cioè elettroni superficiali che vanno a popolare i livelli di energia più alti, lasciando i suoi livelli elettronici di core temporaneamente vuoti. Per un brevissimo istante l'atomo diventa più grosso e praticamente neutro. Ma in circa 100 fs i buchi creati nei livelli elettronici di core vengono immediatamente colmati dagli elettroni eccitati presenti nei livelli più esterni e l'atomo letteralmente scoppia. Atomi "vuoti" (*hollow atoms*) di questo tipo sono cioè delle sorti di palle di fuoco, nei quali gli elettroni dei livelli più esterni ricadono rapidamente nei livelli interni, con rilascio violento di fotoni o elettroni veloci (o di entrambi) in un gigantesco effetto Auger [14].

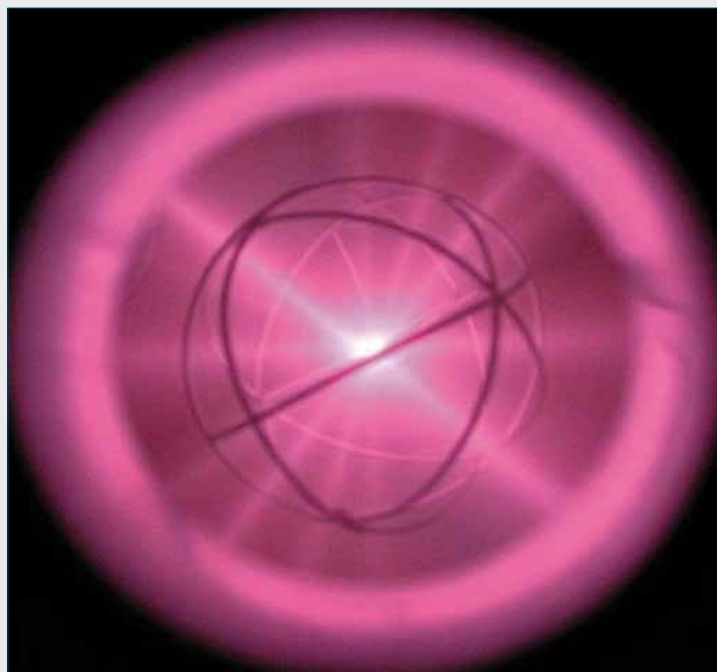
Ma quanta energia è richiesta per svuotare selettivamente gli atomi di parte degli elettroni di core? Se un generatore di raggi X per applicazioni mediche è in grado di rimuovere un singolo elettrone dai livelli elettronici interni di un atomo, oggi un laser a raggi X della classe SLAC (un laser a elettroni liberi in grado di generare e concentrare in un singolo impulso una potenza dell'ordine di 10^{10} - 10^{15} W) è in grado di spogliare un atomo dei suoi elettroni interni in un solo colpo prima di annichilirlo del tutto. Questo è quello che è successo a Stanford, California, nel 2009 ad atomi di neon sottoposti al laser SLAC del laboratorio NLA (National Linear Accelerator) [15] e riconfermato quest'anno da un team internazionale [16].

Un controllo accurato della potenza del laser e della durata dell'impulso permettono ormai di raggiungere situazioni molto ben definite che vanno, ad esempio, dalla ionizzazione di due elettroni nel livello *K* ($n=1$) o *L* ($n=2$) di atomi di Al con la formazione di hollow atoms *KK* o *KL* [17], fino alla ionizzazione spinta di atomi di Xe. Questi ultimi sono stati spogliati dei loro 36 elettroni di core ($Xe = [Kr]4d^{10}5s^25p^6$) fino a raggiungere lo stato di carica Xe^{36+} [18].

Il futuro dell'atomo

Naturalmente è estremamente difficile prevedere cos'altro si potrà fare all'atomo oltre a gonfiarlo, spremerlo, fargli il *peeling* profondo o superficiale, ecc. Uno dei desideri più confessati è quello di costringerlo a fondersi con altri atomi, magari senza bisogno di tanta energia. C'è già chi suggerisce dove farlo [19], e cioè all'interno di una molecola di C_{60} se solo si riuscisse a scoprire come farlo.

Vedremo cosa ci riserveranno i prossimi cento anni.



FLASHBACK

Bibliografia

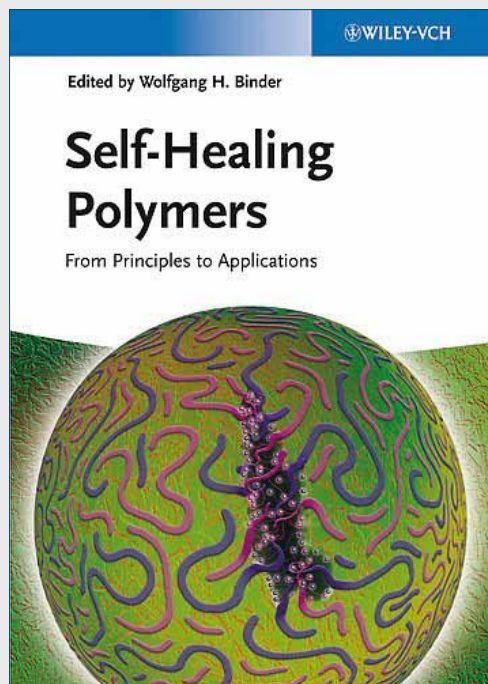
- [1] N. Bohr, *Phil. Mag.*, 1913, **26**, 1.
- [2] M. Planck, *Verh. Dtsch. Phys. Ges. (Berlin)*, 1900, **2**, 202; 237.
- [3] N. Bohr, *Nature*, 1928, **121**, 580.
- [4] N. Bohr, *Nature*, 1925, **116**, 809.
- [5] E. Amaldi, E. Segrè, *Nuovo Cimento*, 1934, **11**, 145.
- [6] Wu et al. *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 2013, **46**, 185502.
- [7] A.E. Lilley, P. Palmer, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1968, **16**, 143.
- [8] K.R. Overstreet et al., *Nature Physics*, 2009, **5**, 581.
- [9] A. Browaeys, P. Pillet, *Nature Physics*, 2010, **6**, 941.
- [10] U. Eichmann et al., *Phys. Rev. Lett.*, 1990, **64**, 274.
- [11] J.J. Mestayer et al., *Phys. Rev. Lett.*, 2008, **100**, 243004.
- [12] B. Wyker et al., *Phys. Rev. Lett.*, 2012, **108**, 043001.
- [13] E. Kallio et al., *Planet. Space Sci.*, 2008, **56**, 1506.
- [14] H. Winter, F. Aumayr, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 1999, **32**, R39.
- [15] L. Young et al., *Nature*, 2009, **466**, 56.
- [16] L.J. Frasinski et al., *Phys. Rev. Lett.*, 2013, **111**, 073002.
- [17] J. Colgan et al., *Phys. Rev. Lett.*, 2013, **110**, 125001.
- [18] B. Rudek et al., *Nature Photon.*, 2012, **6**, 858.
- [19] F.A. Gareev, I.E. Zhidkova, arXiv:nucl-th/0505021, 2005.

SELF-HEALING POLYMERS FROM PRINCIPLES TO APPLICATIONS

W.H. Binder (Ed.)

Wiley

Pag. 425, rilegato, 115 sterline



Scienza e tecnologia dei materiali polimerici hanno avuto un rapporto molto stretto con quanto avviene in natura e aver tolto alla natura il privilegio di saper costruire polimeri stereoregolari è la motivazione per il premio Nobel dato a Natta; proteine ed acidi nucleici sono polimeri stereoregolari e sovrintendono a funzioni essenziali per la vita. Il volume curato da Wolfgang H. Binder si riferisce a materiali polimerici che partono dall'osservazione di un evento comunissimo nel mondo vegetale ed animale e di cui abbiamo un'esperienza quotidiana: polimeri naturali sono in grado di "sentire" un evento dannoso, di limitare l'estendersi dello stesso e, successivamente, ripristinare le funzioni preesistenti. Sono materiali intelligenti ed in grado di autoripararsi. Il volume "Self-Healing Polymers. From Principles to Applications" è curato da un esperto del settore e in 17 capitoli ne dà una visione ampia delle problematiche. Il testo risulta interessante per chi lavora in quest'area di ricerca di base ed applicata ma anche per chi voglia averne una visione panoramica.

Dopo una breve introduzione, segue un primo capitolo del prof. Binder che presenta i principi fisici e chimici alla base dello studio dei polimeri "Self-Healing"; ad esso seguono due capitoli dedicati ai processi di autoriparazione nelle piante come fonte di ispirazione

per polimeri self-healing biomimetici ed alla modellazione teorica. I capitoli 4 e 5 illustrano la dinamica delle catene polimeriche e la chimica fisica del processo di reticolazione che giocano un ruolo fondamentale nel processo di autoriparazione. I capitoli 6-8 sono dedicati ai materiali riparabili per semplice effetto termico o fotochimico o all'impiego di sforzi meccanici o ad essi equivalenti. Nel capitolo 9 sono descritte le reazioni chimiche impiegate e nel capitolo 10 la preparazione delle nanocapsule destinate a contenere gli elementi che daranno la reazione di riparazione del danno. Il contributo della chimica supramolecolare nella formazione dei network utili all'auto-riparazione è trattato nei capitoli 11-13 attraverso la descrizione di formazione di reticoli via legame di idrogeno, di complessi metallici e di interazioni tra ionomeri. Gli ultimi quattro capitoli illustrano i metodi di valutazione qualitativa e quantitativa del processo di riparazione, i polimeri ed i compositi a base epossidica, i coatings e le applicazioni nell'ingegneria aerospaziale.

Più ragioni consigliano la lettura del volume: l'insieme dei contenuti, la struttura dei capitoli e soprattutto le relazioni tra gli stessi. Ciascun capitolo è una mini review con molti riferimenti alla letteratura originaria e i riferimenti tra i vari capitoli mettono in luce quanto sia razionale la struttura complessiva del testo.

Il libro può essere letto nella sua sequenza naturale ma anche come testo di consultazione per ognuno dei contributi. Dato il contenuto dell'ultimo capitolo il libro può essere letto a partire proprio da questo per vedere quanto sia complesso preparare materiali autoriparanti in un settore, l'aeronautico, dove le proprietà dei materiali devono essere elevatissime e le garanzie di mantenerle stringenti. Dalla lettura risulta chiaro che né approcci puramente chimici o fisici o ingegneristici possono dare una soluzione valida e tutti gli autori sottolineano la necessità di un approccio interdisciplinare per poter affrontare problemi così complessi.

Quest'ultimo aspetto fa sì che il volume sia da consigliare ai giovani ricercatori (accademici, industriali, polimeristi o no) affinché si rendano conto quanto sia importante saper vedere un problema da punti di vista differenti. La formazione universitaria, persa tra riforme e controriforme, fa fatica ad insegnare questo aspetto fondamentale nella ricerca ed il cui effetto si sta già tramutando, per le aziende, in un incremento del costo della formazione e, per tutti, nella fuga all'estero dei migliori cervelli.

Una curiosità che il volume non soddisfa: un'attenzione non sufficiente al confronto tra le proprietà dei materiali tradizionali (polimero A) con quelle dei materiali studiati (polimero B) e quelle del polimero B sottoposto a stress ed a processi di autoriparazione (polimero C); i confronti tra B e C sono ovvi ma una scelta tra processi diversi richiede, per uno sviluppo applicativo, che il polimero B abbia proprietà uguali se non superiori al polimero A e ciò implica che il confronto

debba essere sempre triangolare tra polimero A vs polimero B vs polimero C e solo se le proprietà di B sono uguali o superiori a quelle di A e se C recupera interamente le proprietà richieste si verificherà che il costo globale per l'ambiente sarà inferiore in tutto il ciclo di vita del materiale. Questa attenzione al costo globale per l'ambiente viene già chiesta per i materiali normali e, a maggior ragione, deve essere verificata per questi nuovi materiali, come è indicato in vari capitoli in riferimento ai futuri sviluppi nelle ricerche.

Giuseppe Di Silvestro

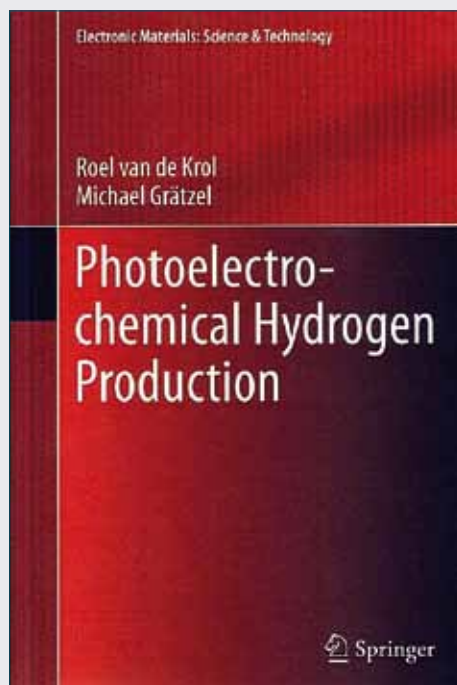
PHOTOELECTROCHEMICAL HYDROGEN PRODUCTION

R. van de Krol, M. Graetzel (Eds.)

Electronic Materials: Science and Technology Series

Springer

Pag. 321, rilegato, 103,95 euro



Tra i vari processi per la produzione di idrogeno quelli basati sull'utilizzo dell'energia solare, una fonte energetica rinnovabile, virtualmente infinita, a costo zero e diffusa, e sull'uso dell'acqua come materia prima, sono tra i più affascinanti e promettenti.

Tra questi la scissione foto-elettrochimica dell'acqua (forse più nota con il termine inglese di *water photo-electrochemical splitting*) presenta diversi vantaggi, quali la produzione separata di idrogeno e ossigeno, il funzionamento dei sistemi a temperatura ambiente e

l'utilizzo di materiali inorganici che rendono i dispositivi resistenti e duraturi. In questo contesto l'idrogeno sarebbe uno dei tre lati di un futuro "triangolo energetico" (come quello riportato nel testo a pag. 7), insieme all'energia solare (fonte primaria) e all'elettricità (vettore energetico principale), con la duplice funzione di mezzo di stoccaggio e combustibile.

Ovviamente viene da domandarsi la fattibilità reale dello scenario proposto; infatti prima di raggiungere questo obiettivo, decisamente ambizioso, ci sono molti aspetti ancora da risolvere, quali l'efficienza dei materiali, il tempo di vita dei dispositivi, il loro costo ecc. (aspetti per altro trattati nel testo in oggetto).

In questo dibattito, il libro "Photoelectrochemical Hydrogen Production" fornisce una serie di preziosi contributi, poiché tratta sia gli aspetti scientifici di base e applicati alla scissione foto-elettrochimica dell'acqua sia gli aspetti tecnologici ed economici del processo.

Il libro è articolato in quattro sezioni principali.

La prima, dopo un'interessante introduzione, è dedicata ai principi fondamentali. Inizialmente viene trattata la teoria che è alla base del funzionamento delle celle foto-elettrochimiche e dei loro costituenti principali, basandosi principalmente sulla chimico-fisica dei difetti nei semiconduttori. Un altro capitolo, più applicativo, è invece dedicato alla corretta esecuzione delle misure foto-elettrochimiche, alla descrizione delle apparecchiature e dei loro limiti.

La seconda sezione descrive i principali materiali utilizzati per la preparazione dei foto-elettrodi, ed in particolare i foto-anodi a base di ematite ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) nanostrutturata e a base di BiVO_4 . L'ultimo capitolo è invece dedicato all'identificazione di nuovi semiconduttori a base di ossidi inorganici con metodi combinatoriali, ai metodi veloci ed economici per la loro preparazione e alla loro ottimizzazione.

La terza sezione è dedicata ai sistemi a multi-giunzione composti da combinazioni di celle foto-elettrochimiche tra loro o con celle fotovoltaiche. Tale approccio è molto promettente in termini di aumento dell'efficienza totale dei dispositivi dal 30% tipico dei sistemi a singola giunzione fino al 40-46% (misurata come rapporto tra l'energia solare fornita al sistema e l'energia chimica utilizzabile contenuta nell'idrogeno ottenuto).

Infine la quarta e ultima sezione è dedicata ad un'analisi economica e di mercato del processo di produzione dell'idrogeno con metodi foto-elettrochimici e alla descrizione delle tematiche di ricerca emergenti. In conclusione si tratta di un testo molto interessante poiché offre, in un solo libro, i principi di base necessari alla comprensione dei sistemi foto-elettrochimici per la scissione dell'acqua e all'esecuzione delle misure relative; una descrizione accurata dei principali materiali utilizzati per lo sviluppo dei foto-elettrodi e dei sistemi a multi-giunzione; un'analisi economica dell'intero processo.

Vladimiro Dal Santo



HIGHLIGHTS AMBIENTE

a cura di Luigi Campanella



- La maggioranza dei Paesi UE ha votato la proposta della Commissione Europea per il bando temporaneo di tre pesticidi riconosciuti a livello scientifico come altamente nocivi per la salute delle api. Si tratta di Imidacloprid, Clothianidin e Thiamethoxam, che appartengono al gruppo dei neonicotinoidi, pesticidi che, generalmente, vengono utilizzati per la concia delle sementi. In Italia, l'utilizzo di questi tre prodotti per il trattamento dei semi è già sospeso dal 2008, ma continuano a essere diffusi in ambiente anche nel nostro Paese sotto forma granulare per la disinfezione dei suoli e come spray per i trattamenti fogliari.

L'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (Efsa) ha già in precedenza denunciato che i neonicotinoidi rappresentano un "rischio acuto" per le api.

Studi scientifici hanno inoltre confermato che esiste un rapporto diretto tra l'uso di neonicotinoidi, anche a basse dosi, e la diminuzione delle difese immunitarie delle api, danni al sistema neurologico e fisiologico e alterazioni nei modelli comportamentali legati alla ricerca di cibo, dunque alla sopravvivenza. Anche l'Agenzia Europea dell'Ambiente ha recentemente diffuso un rapporto più o meno dello stesso tenore sui pesticidi.

Nel rapporto di Greenpeace "Api in declino", oltre ai tre neonicotinoidi, vengono individuati altri quattro pesticidi killer delle api, prodotti da Syngenta, Bayer, Basf e altre aziende e viene chiesta la rimozione di questi pesticidi dal mercato come primo e indispensabile passo verso un'agricoltura sostenibile.



- Le plastiche non biodegradabili erano fuorilegge già dal 1° gennaio 2011, ma solo oggi, a distanza di due anni, abbiamo una norma più chiara sulle caratteristiche tecniche che devono avere gli shopper che si possono commercializzare nel nostro Paese, mediante la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale del 27 marzo

di un decreto interministeriale (18 marzo 2013) firmato dai ministeri dell'Ambiente e dello Sviluppo Economico.

Il decreto stabilisce anche sanzioni per chi non rispetta queste caratteristiche. Tali sanzioni sono entrate in vigore a metà agosto, 60 giorni dopo il termine formale (13 giugno) entro il quale l'Unione Europea aveva la possibilità di formulare osservazioni al decreto.

Si sta per concludere così finalmente una vicenda normativa lunga e travagliata che ha introdotto una vera e propria rivoluzione in Italia, la rivoluzione della chimica.

- L'American Chemistry Council (Acc), che rappresenta le principali imprese statunitensi della chimica, ha approvato il Responsible Care



Product Safety Code, basato sulle migliori pratiche esistenti nel settore. L'Acc afferma che: "Il codice di sicurezza del prodotto va ben oltre i requisiti normativi per la gestione della sicurezza delle sostanze chimiche nei prodotti alle quali i consumatori si affidano ogni giorno". L'annuncio è stato dato alla Responsible Care Conference and Expo 2013 che ha riunito le industrie leader della chimica statunitensi per discutere gli ultimi sviluppi

in materia di sicurezza dei prodotti e il futuro dell'industria chimica, e in occasione del 25° anniversario del Responsible Care, un'iniziativa incentrata sulla sicurezza per ambiente, salute e produzione responsabile e la gestione sostenibile delle sostanze chimiche. La partecipazione a Responsible Care è una condizione per l'adesione all'Acc.

Attraverso Responsible Care, i membri Acc sono tenuti a segnalare annualmente lo stato dell'ambiente, della salute e della sicurezza e i dati sulle prestazioni di sicurezza. I dati sono pubblicati su un sito web pubblico, che permette ai cittadini di vedere i singoli dati aziendali e confrontarli con quelli delle altre società.



- Sia l'EPA che l'Unione Europea regolano la concentrazione totale di cromo nell'acqua potabile con limiti rispettivi di 100 e 50 µg/l. Il cromo può essere presente in vari stati di ossidazione ma i due più comuni sono il Cr(III) ed il Cr(VI). Mentre il primo è considerato essenziale per il mantenimento del metabolismo di glucosio, grassi e proteine, il Cr(VI) è considerato molto tossico ed un potenziale cancerogeno. Ciò ha spinto le autorità competenti, specialmente in USA, a considerare un limite massimo di contaminazione del Cr(VI) molto minore rispetto al valore fissato nel 2011.

La California è stata il primo Stato degli USA che ha fissato questo limite a 0,02 µg/l e l'EPA si avvia a rivedere di conseguenza anche i valori limiti del cromo totale. Da qui l'esigenza di metodi analitici sempre più sensibili (ICP-MS) e rigorosi di relativi materiali di riferimento. In tal senso alcune aziende hanno messo in commercio nuovi standard per la speciazione del cromo.



- Il nuovo regolamento comunitario per i prodotti biocidi sostituirà la precedente direttiva di cui recepisce lo spirito e la base introducendo alcune modifiche finalizzate sostanzialmente alla semplificazione senza abbassare minimamente la guardia, rispetto ai pericoli

per l'uomo e l'ambiente, derivati dall'uso di queste sostanze. Dal 2015 sarà stilata dall'ECHA una lista di composti che saranno i soli a poter essere ammessi nei biocidi prodotti o importati in Europa.



HIGHLIGHTS TECNOLOGIE INNOVATIVE

di Pierfausto Seneci - Dipartimento di Chimica Organica - Università di Milano, pierfausto.seneci@unimi.it

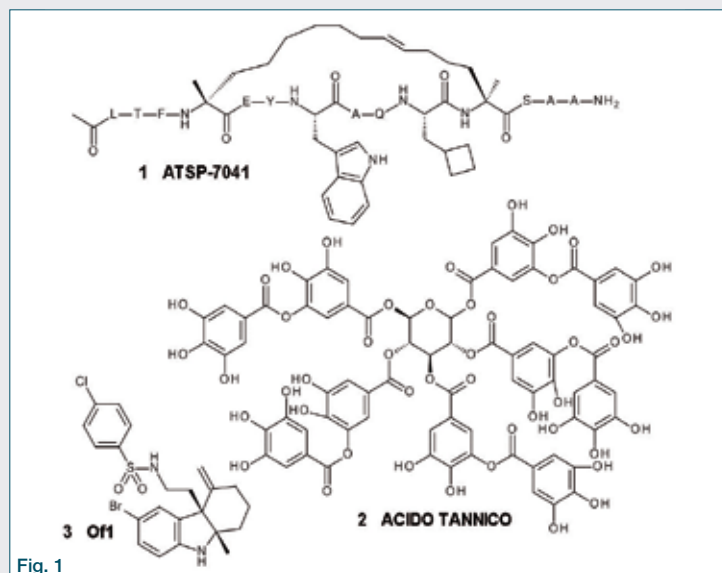
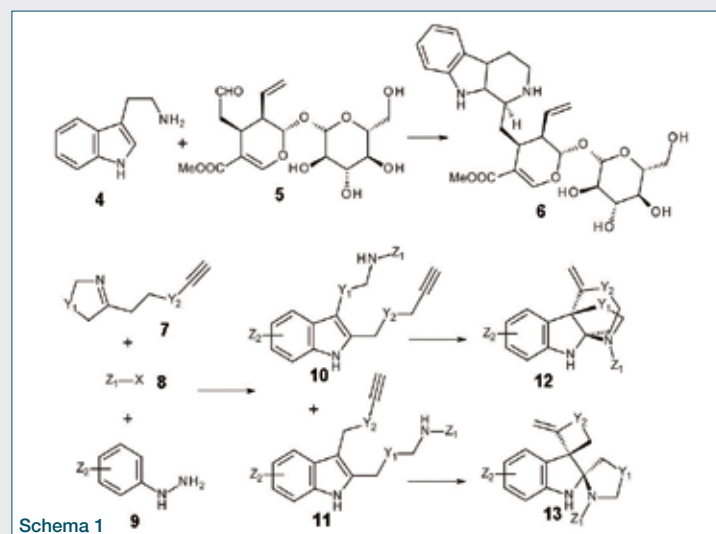


Fig. 1

Quest'oggi sento nostalgia di strutture chimiche e vorrei presentarvi tre molecole (**1-3**, Fig. 1) collegate all'uso di approcci moderni in vari settori applicativi, non limitati alla sola ricerca farmaceutica.

La prima risulta dalla macrociclizzazione di un 14-mero peptidico, effettuata fra gli amminoacidi (AA) 4 ed 11. Oltre ad un metile, la posizione α degli AA in questione portava il precursore insaturo terminale per effettuare una reazione di *ring closing metathesis* (RCM); il suo risultato è il macrociclo peptidomimetico-carbonioso **1** a 33 atomi (22 "peptidici", 11 "carboniosi"). Questa molecola, sviluppata da Aileron Therapeutics e Roche come ATSP-7041, è uno *stapled peptide* (peptide graffato?), cioè una struttura macrociclica che "costringe" conformazionalmente una regione ad α -elica della proteina p53. La caratterizzazione di **1** è stata recentemente pubblicata (Y.S. Chang *et al.*, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2013, **110**, E3445). ATSP-7041 è un *protein-protein inhibitor* (PPI), poiché mima la proteina p53 nell'interazione con le proteine MDM2 ed MDMX, producendo effetti pro-apoptotici antitumorali (lascio agli interessati l'approfondimento del meccanismo terapeutico). È chiaro come lo *stapling* con una catena carboniosa renda il 14-mero peptidico meno "naturale", quindi meno soggetto a degradazione metabolica; meno evidente è come ATSP-7041 possa essere biodisponibile ed attivo *in vivo*. Peso e natura chimica di **1** non sono certo l'ideale, direte voi (a proposito: I. Yusuf, M.D. Segall, *Drug Discov. Today*, 2013, **18**, 659 per un'analisi critica delle *drug-like properties*): pensate invece che mantiene l'affinità per MDM2/X del peptide naturale, penetra le membrane di cellule tumorali ed ha un *effetto persistente attivando il pathway p53, uccide le cellule tumorali* riattivando il processo apoptotico, è molto potente in vari modelli animali di tumore, e mostra un buon profilo farmacocinetico *iv*. Aleiron afferma che un analogo di ATSP-7041 entrerà in sperimentazione clinica l'anno prossimo (www.aileronrx.com/pdf/Aileron-p53PNASpubFINAL_8-14-13.pdf): vedremo... La seconda molecola è l'acido tannico **2**, uno dei polifenoli

naturali presenti in molte piante e popolari come nutraceutici (sia come composti puri che come miscele naturali: pensate al tè verde) a causa di una moltitudine di effetti benefici. Di quest'ultimi magari parlerò in futuro, perché oggi vi riporto un lavoro (T.S. Sileika *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2013, **52**, 10766) in cui **2** è usato come rivestimento di nanoparticelle (NP) in grado di conferire ad esse varie proprietà utili. Incubando NP organiche o inorganiche con **2** in soluzione salina per 8 ore si ottiene un *coating* di 65 nm, del tutto incolore, probabilmente attraverso polimerizzazione ossidativa del composto e sua deposizione. Le NP rivestite, come i polifenoli naturali, sono anti-batteriche e non tossiche per l'uomo; come pure i polifenoli in soluzione, agiscono da *radical oxygen scavengers* (ROS), ad esempio mostrando un effetto protettivo intracellulare sullo stress ossidativo di cellule coltivate su superfici rivestite di acido tannico; e sono in grado di modulare - anche a seconda dello spessore di *coating*, controllabile nella procedura di rivestimento di NP ed altri materiali - le proprietà ottiche dei materiali rivestiti. Gli autori prospettano l'uso di *coating* "verdi" (ecocompatibili, non colorati) in molte applicazioni, usando direttamente estratti non purificati di polifenoli da fonti naturali per ridurre i costi di processo. Finiamo con la molecola **3**, chiamata anche Of1, e risultante da un approccio sintetico bio-mimetico (J.D. Podoll *et al.*, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2013, **110**, 15573). Gli autori hanno sintetizzato una libreria di 120 molecole ispirate dall'assemblaggio biosintetico/enzimatico di triptamina e secologamina (**4** e **5**, Schema 1) a dare il precursore **6** di vaste famiglie di alcaloidi indolici; l'assemblaggio sintetico di alchililimine **7**, agenti attivanti **8** ed arilidrazine **9** attraverso una reazione multi-componente a tre termini (M3C) porta a due regioisomeri indolici **10** ed **11**, che possono essere sottoposti a *tandem cyclization* Au-catalizzata a dare delle indoline tetracicliche fuse (**12**) o spiro (**13**, Schema 1). Per saperne di più sulla chimica - comprendente ulteriori modifiche di **12** e **13**, fra cui la sintesi di Of1/**3** - e sulle proprietà antibatteriche di **3** su ceppi meticillina-resistenti di *S. aureus*, vi invito a leggere l'articolo: vi assicuro, ne vale la pena!



Schema 1



HIGHLIGHTS LA CHIMICA ALLO SPECCHIO

di Claudio Della Volpe - claudio.dellavolpe@unitn.it

Chimica multiscala

Quest'anno il premio Nobel per la Chimica si è tenuto lontano dalle polemiche pro e contro la biochimica che hanno caratterizzato le assegnazioni precedenti ed è riuscito in una sintesi notevole. È andato a congiuntamente a Martin Karplus, Michael Levitt e Arieh Warshel "for the development of multiscale models for complex chemical systems", ossia per lo sviluppo di modelli multiscala per sistemi chimici complessi.



La maggior parte dei giornali scritti dai soliti *ignorantisti* scientifici, pur riportando la motivazione ha volgarizzato l'evento in modo del tutto inaccettabile: «*Con i loro studi hanno "insegnato" la chimica ai computer*»; oppure «*I computer - scrive il comitato di Stoccolma - oggi sono diventati importanti per un chimico quanto le provette*», da *La Repubblica* del 9 ottobre.

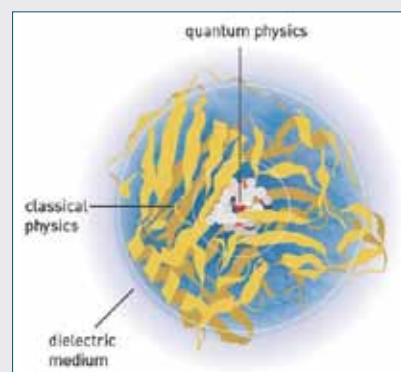
Una boiata pazzesca, visto che a parte che la frase esatta del testo della motivazione è: *"This is just one of the aspects of how computers and theoretical models (sottolineatura dell'autore, ndr) have become essential tools for the experimental chemist"* il contesto della motivazione è del tutto diverso.

Si tratta qui di capire cosa hanno fatto i tre autori e perché hanno ricevuto il premio e questo ha poco a che fare con il computer come tale, anzi direi che nasce esattamente dal fatto che il computer non è ancora capace di fare tutto. Il concetto di multiscala è comune a varie discipline e nasce dalla necessità di far lavorare insieme teorie che sono state sviluppate *ad hoc* per certi contesti. Per esempio un materiale appare regolato da teorie nate nel contesto della concezione continua della materia, ma di fatto poi è costituito da molecole ed atomi ed a loro volta tali molecole ed atomi sono tenute insieme da forze che originano nella struttura quantistica della materia; come si mettono insieme concezioni e teorie pre-atomiche, atomiche e quantistiche? Ecco questo è il multiscala.

Ce ne sono ovviamente di esempi anche in contesti diversi: l'uomo come animale sociale, come si tengono le teorie dell'individuo, la biologia dell'individuo ed i suoi meccanismi ormonali ed enzimatici con le relazioni sociali e politiche?

Il clima della terra nasce da fenomeni a scala microscopica e territoriale ma oggi lo affrontiamo con calcoli la cui griglia è di centinaia di chilometri quadrati e siamo costretti a parametrizzare molti fenomeni a scala minore. Nel caso specifico i tre autori hanno consentito di superare i limiti

di potenza dei moderni computer che non sono ancora capaci in tempi ragionevoli di fare calcoli quantistici che riguardino le transizioni di stato delle molecole durante le reazioni chimiche quando le dimensioni del sistema sono grandi; un enzima come l'emoglobina, per esempio, dalla sua interazione con l'ossigeno trae una modifica strutturale che riguarda tutta la sua struttura e che consente di far sì che la prima e le successive interazioni (l'emoglobina può accettare fino a 4 molecole di ossigeno) seguano andamenti diversi; ma come si fa a spiegare questa transizione che nasce dall'interazione quantistica fra un ossigeno e l'eme, ma che ha effetti su tutte le centinaia di amminoacidi e le migliaia di atomi dell'enzima? Il problema si amplifica con il crescere delle dimensioni dell'enzima o del sistema enzimatico in gioco; ed ecco che la strategia migliore appare mescolare le scale, usare la chimica quantistica nel luogo dell'interazione e la dinamica molecolare sul resto della struttura.



L'idea è mostrata in modo schematico nella figura a lato, dove si fa il caso della ossidazione del rame (figura del prof. Ulf Ryde) e si ha anche la possibilità di includere il ruolo del solvente che si può in alcuni casi parametrizzare con la sua costante dielettrica, ma non sempre; quest'ultimo problema mi fa pensare alla teoria

di Debye-Huckel: l'acqua è un liquido complesso, ciononostante l'approssimazione di Debye-Huckel che la vede come un semplice mezzo a costante dielettrica data funziona. Sono procedure che hanno radici.

I tre vincitori sono riusciti a superare i limiti del computer usando con accortezza l'intelligenza umana che al momento non è automatizzabile e sono riusciti nell'intento di sviluppare metodi che consentono di applicare teorie ed equazioni basate su diversi e a volte contraddittori presupposti. Ecco questo, in due parole, il motivo del Nobel 2013; se volete approfondire vi consiglio la lettura del documento originale (www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2013/advanced.html).

Ma se le cose stanno così la domanda nasce spontanea: ci sono altri casi di multiscala in chimica?

Beh direi di sì la chimica è la base di tutti i fenomeni biologici e tramite essi di quelli sociali e perfino economici, ma per ciascuna di queste dimensioni "superiori" esistono regole complesse e specifiche che debbono essere tenute in conto. Non siamo in grado di fare calcoli quantistici sul cervello o sui fenomeni economici, ma certamente un approccio multiscala servirebbe a capire se la chimica moderna, usata come è usata, sia sostenibile o meno; nel fare ciò uno dei concetti fondamentali è quello di retroazione, un meccanismo che è alla base di tutti i sistemi non lineari; a quando, non dico un premio Nobel, ma un progetto serio per l'analisi multiscala del rapporto fra chimica e società umana?

CALENDARIO DELLE MANIFESTAZIONI DELLA SCI

Nuovi Orientamenti nella Sintesi Organica **2 dicembre 2013, Milano**

www.nuoviorientamentisintesi.unimi.it

Convegno Congiunto delle Sezioni Calabria e Sicilia 2013 **2-3 dicembre 2013, Catania**

www.soc.chim.it/it/sezioni/sicilia/congressi/sicilia_calabria2013

Scuola di Chemiometria **27-30 gennaio 2014, Genova**

www.difarunige.it/images/Chimica_Analitica/depliant_Scuola_2014_gen.pdf

European Winter School on Physical Organic Chemistry **e-WISPOC 2014**

2-7 febbraio 2014, Bressanone

www.chimica.unipd.it/wispoc/pubblica/index.htm

Secondo Convegno Nazionale Sensori **19-21 febbraio 2014, Roma**

www.aisem.eu/CNS/Home.html

Giornata di approfondimento sulle energie rinnovabili **11 aprile 2014, Urbino**

Maria Francesca Ottaviani - maria.ottaviani@uniurb.it
Aldo Taticchi - aldo.taticchi@uniurb.it

Finali Regionali Giochi della Chimica 2014, **10 maggio 2014** **Premiazioni regionali, 17-24 maggio 2014** **Finale Nazionale "Giochi della Chimica 2014",** **30 maggio 2014, Frascati (Roma)** **Prova di selezione per la XLVI IChO** **31 maggio 2014,** **Frascati (Roma)**

Pavia, Allenamento squadra italiana (date da definire)

Silvana Saiello - saiello@unina.it
Giorgio Cevasco - giorgio.cevasco@unige.it

XI Edizione Co.G.I.C.O. **24-27 giugno 2014, Milano**

Emanuela Licandro - emanuela.licandro@unimi.it
Fabio Ragaini - fabio.ragaini@unimi.it

XLVI International Chemistry Olympiad (IChO) **20-29 luglio 2014, Hanoi (Vietnam)**

Silvana Saiello - saiello@unina.it
Giorgio Cevasco - giorgio.cevasco@unige.it

XXV Congresso Nazionale della **Società Chimica Italiana "SCI 2014"** **7-12 settembre 2014, Auditorium Campus Arcavacata** **(CS), Università della Calabria**

Giovanni Sindona
giovanni.sindona@unical.it
Tel. 0984-492083

19-21 febbraio 2014, Roma

www.aisem.eu/CNS/H

PATROCINI SCI

Natta's Seeds Grow: From the Crystallography **and Modeling of Stereoregular Polymers to the Challenges** **of Complex Systems**

21-22 novembre 2013, Politecnico di Milano

Stefano Valdo Meille
valdo.meille@polimi.it

4th International Conference Diagnosis Conservation **and Valorization of the Cultural Heritage**

12-13 dicembre 2013, Napoli

www.diagnosticsculturalheritage.com

38° International Symposium on Capillary Chromatography **and 11° GCxGC Symposium**

18-23 maggio 2014, Riva del Garda (TN)

www.chromaleont.it/iscc

Relazione del Presidente prof. Vincenzo Barone **Assemblea Generale dei Soci** **della Società Chimica Italiana**

Roma, 11 ottobre 2013

Il triennio della mia Presidenza della Società Chimica Italiana volge ormai al termine. È dunque tempo di trarre un bilancio di questa

esperienza, di delineare un quadro delle attività compiute, dei passi avanti realizzati, ma anche delle difficoltà incontrate.

Si tratta, certo, del dovere di chi ricopre una carica societaria di dar conto del proprio operato ai Soci; ma anche, a un livello più personale, di un'occasione per mettere in prospettiva il senso di un impegno importante, di un'esperienza intensa e coinvolgente. Credo che anche la condivisione di questi aspetti possa contribuire a indicare la giusta rotta per il futuro della Società.

La prima questione che si è posta all'inizio del mio mandato di Presidente, e che ha accompagnato ineluttabilmente tutte le attività del triennio, è quella del risanamento finanziario della Società. La situazione che ho trovato nell'entrare in carica era molto soddisfacente dal punto di vista della visibilità e organizzazione della Società anche grazie alle numerose iniziative del mio predecessore prof. Luigi Campanella. Tuttavia, anche a causa delle ingenti spese sostenute per migliorare l'immagine della Società e rinnovare la prestigiosa sede, le condizioni finanziarie erano davvero preoccupanti: non esagero affatto se dico che la stessa sopravvivenza della Società è stata in forse.

È stato quindi indispensabile adottare delle politiche di estremo rigore, che hanno gravato pesantemente sulle Sezioni, sulle Divisioni e sui Gruppi, ma che in primo luogo hanno condizionato il margine di operatività della Sede centrale. Questo triennio di presidenza è stato caratterizzato da un clima di "economia di guerra": è doveroso tener conto di ciò per porre nella giusta prospettiva le attività e le azioni realizzate.

Con legittima soddisfazione posso affermare che il risanamento è sostanzialmente compiuto: il bilancio è stato rimesso in sesto, e la Società può ora guardare al futuro con ragionevole tranquillità, anche se resta doverosa una certa cautela di gestione.

Il Congresso nazionale della SCI tenutosi a Lecce nel 2011 ha prodotto un ritorno importante per le finanze della Società, oltre a costituire un successo in termini di organizzazione, di partecipazione e di qualità scientifica.

Il Congresso ha rappresentato una delle attività caratterizzanti nella partecipazione della Società all'Anno internazionale della Chimica. Ma più che per le attività rivolte verso l'interno, verso i ricercatori e gli specialisti della materia, l'IYC2011 si è connotato come una grande opportunità per diffondere verso l'esterno, verso il grande pubblico, un'immagine positiva della Chimica, per evidenziare la sua centralità ai fini di uno sviluppo sostenibile.

In verità, fra l'inaugurazione dell'Anno internazionale della Chimica (con una cerimonia all'Accademia dei Lincei per la parte ufficiale, ed una alla Scuola Normale Superiore di Pisa per la parte scientifica), e la chiusura (di nuovo all'Accademia dei Lincei), le iniziative

che si sono succedute sono state davvero molte e molto seguite. Fra tutte, mi piace sottolineare il successo di due iniziative che si sono rivolte in particolare ai giovani con l'obiettivo di avvicinarli alla chimica, di rafforzarne le competenze e di incoraggiare l'interesse per la scienza in generale: il concorso "Tutti pazzi per la chimica!", per studenti e insegnanti delle scuole secondarie di primo grado, e il concorso nazionale Piano Lauree Scientifiche.

Un obiettivo che rientrava fra i miei impegni programmatici principali, e che ritengo sia stato realizzato con successo, è il rilancio della caratterizzazione scientifica della Società. Si è lavorato per questo su vari fronti; ma soprattutto si è individuata una strategia generale e duratura, centrata sull'istituzione di una Commissione scientifica che riunisce figure dall'elevato profilo scientifico nelle diverse aree della Chimica.

La Commissione rappresenta un punto di riferimento per l'elaborazione delle politiche scientifiche della Società; tanto per fare un esempio, il lavoro della Commissione è stato importante per la valutazione e valorizzazione delle attività scientifiche dei giovani ricercatori chimici che hanno saputo distinguersi per originalità e risultati raggiunti.

In questa stessa ottica di riconoscimento dell'eccellenza scientifica rientra l'elaborazione di un nuovo regolamento per il conferimento delle Medaglie SCI, che mira ad accrescerne il prestigio internazionale. Due nuove medaglie di nuova istituzione, la Medaglia "Enzo Tiezzi" e la Medaglia "Cesare Pisani", dedicate rispettivamente alle tematiche ambientali e alla modellistica teorico-computazionale, segnano il riconoscimento da parte della Società di due settori rapidamente emergenti della Chimica.

L'istituzione degli *Avogadro Colloquia* rappresenta un altro tassello nell'opera di rilancio della Società nel panorama scientifico nazionale e internazionale. I *Colloquia*, nella cui organizzazione è, di nuovo, fortemente coinvolta la Commissione scientifica, vogliono infatti rappresentare un forum di discussione su temi di punta della Chimica, con la partecipazione di scienziati di spicco del settore, ma allo stesso tempo con il coinvolgimento attivo di giovani ricercatori promettenti.

Sempre verso i giovani, ma questa volta in una fascia di età pre-universitaria, si rivolgono i Giochi e le Olimpiadi della Chimica. Queste attività rappresentano tradizionalmente un fiore all'occhiello della SCI: il riassetto organizzativo che è stato affrontato recentemente, basato sull'individuazione di una chiara gerarchia di responsabilità e sul coinvolgimento di un numero ampio di Soci, mira appunto a garantire che anche per il futuro si possa mantenere lo stesso livello di successo. Allo stesso tempo, a livello universitario e post-universitario è stata realizzata la Scuola

di Specializzazione in Valutazione e Gestione del Rischio Chimico iniziata dal mio predecessore.

La rivista "La Chimica e l'Industria" rappresenta un canale di comunicazione importante della SCI, ma allo stesso tempo rappresenta una spesa gravosa nel bilancio della Società; un passaggio completo dal formato cartaceo a quello elettronico potrebbe mitigare il problema, ma rischierebbe al momento di avere un impatto negativo sulla diffusione reale della rivista. Il problema è stato affrontato attraverso un accordo - in via di completa definizione - con l'Ordine dei Chimici, che consentirà non solo di tagliare i costi a carico della SCI, ma anche di allargare la platea di lettori e di rilanciare l'interesse della rivista.

Anche sul fronte delle riviste internazionali di cui la società è proprietaria, il coinvolgimento è stato convinto e crescente, ed è stato ripagato dai buoni successi delle riviste in termini di collocazioni editoriali.

In un periodo in cui le problematiche connesse alla valutazione della ricerca, sia a livello di Istituzioni che di singoli ricercatori, hanno acquisito una grande rilevanza normativa e un impatto mediatico senza precedenti, la SCI non si è sottratta al suo ruolo di grande Società scientifica, e ha elaborato, anche con l'aiuto del gruppo Senior di recente costituzione, un intervento articolato e ampiamente condiviso. La fitta discussione che ha accompagnato la stesura del documento sulla valutazione ha costituito un importante momento di riflessione e di chiarezza all'interno della comunità chimica nazionale; la disponibilità di una piattaforma comune è stata poi un elemento di forza nel momento in cui la comunità chimica si è dovuta confrontare con realtà esterne numerose e variegate, non di rado portatrici di percezioni profondamente differenti. In una maniera indiretta, ma non per questo meno rilevante, la Società è stata presente anche in istanze valutative specifiche; ad esempio nella VQR, che ha visto coinvolti numerosi Soci come membri della Commissione scientifica (cfr. documento VQR sulla chimica).

È tuttavia auspicabile che la Società possa essere coinvolta in maniera più istituzionale in questo genere di processi di iniziativa ministeriale. Già a fine 2011 è stato firmato un protocollo di intesa con il Miur, che dovrebbe appunto costituire un passo in questa direzione, e a cui stiamo ora cercando di dare piena attuazione dopo le difficoltà legate agli avvicendamenti politici. Un primo risultato concreto in questa direzione è il protocollo che, coinvolgendo anche il Progetto Lauree Scientifiche e Federchimica, garantisce il supporto anche finanziario ai Giochi e alle Olimpiadi della Chimica. Varie iniziative sono state prese per diffondere l'immagine della Società e per attivare nuovi canali di comunicazione sia verso

i Soci che verso l'esterno. Anche qui, si è proceduto in primo luogo con un'iniziativa di strategia organizzativa, individuando un Comitato di redazione che si faccia carico di proporre e di implementare le politiche di immagine e di comunicazione della Società. Dal punto di vista operativo, il sito web, che rappresenta in pratica il primo *front-end* delle interazioni interne ed esterne con la SCI, è stato completamente ridisegnato e rinnovato, ed è ora in grado di ospitare ordinatamente, in sezioni specifiche, anche i contenuti relativi alle Divisioni, Sezioni e Gruppi.

È stata inoltre lanciata una nuova iniziativa, il blog della SCI, per stimolare e ospitare interventi e discussioni su tutte le tematiche di interesse chimico.

Rispetto a canali di comunicazioni più tradizionali, nel blog la scelta degli argomenti è sostanzialmente lasciata ai partecipanti alle discussioni, in modo però che non siano implicate prese di posizione ufficiali da parte della Società.

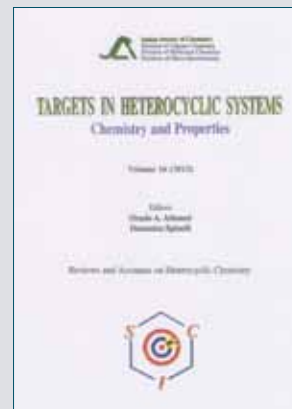
Nel complesso, sono state realizzate iniziative numerose e rilevanti; in molti casi, ciò è stato possibile grazie all'introduzione di nuove strutture di gestione, che si sono rivelate agili ed efficaci. Riuscire a portare avanti con successo queste attività, e tante altre che non ho menzionato, ha richiesto uno sforzo costante da parte di tutti: nel mio ruolo di Presidente ho potuto confidare sul sostegno fattivo dei Vicepresidenti, dei Consiglieri, dei Presidenti delle Divisioni, delle Sezioni e dei Gruppi; di tanti Soci coinvolti nelle Commissioni, nei Comitati, nelle singole iniziative: a tutti va un sincero ringraziamento, a nome della Società e mio personale.

Se questo insieme di iniziative e di innovazioni realizzate viene adesso inquadrato nel contesto della drammatica situazione finanziaria iniziale, che è stata affrontata e risanata nel corso del triennio, credo di poter affermare senza infingimenti che realizzare tutto ciò è stato un successo.

Targets in Heterocyclic Systems Vol. 16

È uscito il 16° volume della serie "Targets in Heterocyclic Systems. Chemistry and Properties", a cura di Orazio A. Attanasi e Domenico Spinelli. Sono altresì disponibili i volumi 1-15 della serie.

Per informazioni:
Società Chimica Italiana
Viale Liegi, 48/c - 00198 Roma
Tel. 06 8549691
Fax 06 8548734
e-mail: ufficiocongressi@soc.chim.it



Direttore responsabile
FERRUCCIO TRIFIRÒ
 anna.simonini@soc.chim.it


 Direzione editoriale
DANIELE TONI
 toni@promediapublishing.it

Comitato di redazione

Antonella Casoli, Silvia Colombo, Claudio Della Volpe, Francesco Dondi,
 Matteo Guidotti, Marco Taddia, Oreste Piccolo, Stefano Rossini

Comitato scientifico

Vincenzo Barone, Luigi Campanella, Silvia Catinella,
 Girolamo Cirrincione, Salvatore Coluccia, Carlo Giavarini,
 Roberto Gobetto, Aldo Magistris, Mario Marchionna,
 Gianfranco Pacchioni, Giuseppe Palleschi, Fabrizio Passarini,
 Bruno Pignataro, Roberto Purrello, Raffaele Riccio,
 Silvana Saiello, Gianfranco Scorrano, Paolo Scrimin,
 Pierfausto Seneci, Giorgio Strukul

Comitato d'onore

Sergio Carrà, Alberto Girelli, Italo Pasquon

Redazione scientifica

Anna Simonini
 Piazzale R. Morandi, 2 - 20121 Milano
 Tel. +39 345 0478088
 anna.simonini@soc.chim.it

Direzione tecnica

Danton group

Coordinamento Editoriale

Alessandra Favazzo
 redazione.chimica@promediapublishing.it

Impaginazione, pre stampa, ufficio traffico

Sara Moscardini
 studiografico@promediapublishing.it

Stampa

AGF - Arti Grafiche Fiorin Spa, Milano

Comunicazione & Promozione


 Promedia srl
 Via B. de Rolandi, 15 - 20156 Milano
 Tel. +39 02 39257667
 Fax +39 02 39257668
 monti@promediapublishing.it

Editato

Ott./Novembre 2013

PROGETTO GRAFICO DANTON GROUP
 COPYRIGHT BY PROMEDIA PUBLISHING

La Chimica e l'Industria è online:

www.promedianet.it (solo per abbonati on line ed inserzionisti)
www.soc.chim.it (solo per gli associati abbonati)

Reg. Tribunale Milano - n. 164 del 28/07/1948

La pubblicità di questo numero non supera il 45% del totale. Spedizione in A.P. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n°46) - Art. 1, comma 1 - DCB Milano. Registro Operatori della Comunicazione n. 5744 del 26/02/1999. Tutti i diritti di riproduzione o traduzione di articoli e/o foto sono riservati. Manoscritti, foto e/o disegni non vengono restituiti. La direzione non assume responsabilità per le opinioni espresse dagli autori dei testi redazionali e pubblicitari. Ai sensi dell'art. 2 comma 2 del Codice di deontologia relativo al trattamento dei dati personali nell'esercizio dell'attività giornalistica, si rende nota l'esistenza di una banca dati personali di uso redazionale presso la sede di Milano, via B. de Rolandi 15. Gli interessati potranno rivolgersi al responsabile del trattamento dei dati Sig. Daniele Toni presso la sede di Milano, via B. de Ronaldi, 15 per esercitare i diritti previsti dalla legge n. 675/967

ABBIAMO PARLATO DI

Nomi delle società citate nelle pagine di questa edizione (evidenziati gli inserzionisti)

AB ENERGY 5

Via Caduti del Lavoro, 13
 25034 Orzinuovi (BS)
 Tel. +39 030 9400100
 www.gruppoab.it

ABB 8, 61

www.abb.it

Alsco Italia 43

Via Agostino Bertani, 6 - 20154 Milano
 Tel. +39 02 89400523
 www.alsco.it

Assicc 25

www.assicconline.it

Assobiotec 24

www.assobiotec.it

AUMA Italiana 62

www.auma.it

Babcock Wanson Italiana II di Cop., 48

Via Roma 147
 20873 Cavenago Brianza (MB)
 Tel. +39 02 959121
 www.babcock-wanson.it

Bruno Wolfarth 15

Via Cavour, 31 - 26858 Sordio (Lodi)
 Tel. +39 02 9810153
 www.wolfarth.it

CLR Italia 60

www.clritalia.com

Comsol 14

www.comsol.it

Csf Inox 22

Strada per Bibbiano, 7 - 42027 Montecchio
 Emilia (RE)
 Tel. +39 0522 869911
 www.csf.it

Emerson Process Management 10, 50

www.emersonprocess.com

Endress+Hauser 65

www.it.endress.com

Festo 9

Via Enrico Fermi, 36/38
 20090 Assago (MI)
 Tel. +39 02 457881
 www.festo.com

Fluortecno 21

Via delle Imprese, 34/36
 24041 Brembate (BG)
 Tel. +39 035 4874077
 www.guastallo.com

Foster Wheeler Italiana 45, 46

via S. Caboto, 15 - 20094 Corsico (MI)
 Tel. +39 02 44861
 www.fosterwheeler.it

Ginox 49

Via Carmagnola, 48 - 12030 Caramagna (CN)
 Tel. +39 0172 89168
 www.giinox.com

IPCC 6

www.ipcc.ch

ISPRA 6

www.isprambiente.it

Ital Control Meters 13, 34

Via della Valle, 67
 20841 Carate Brianza (MB)
 Tel. +39 0362 805200
 www.italcontrol.it

Keller Italy 11

Via Gonzaga, 7 - 20123 Milano
 Tel. +39 800781717
 www.keller-druck.com

Mapei 30

www.mapei.com

MBS III di Cop.

Strada Martinella 96/b - 43124 Parma
 Tel. +39 0521 3971
 www.mbs-europe.com

MCT - Eiom 68, 69

Viale Premuda, 2 - 20129 Milano
 Tel. +39 02 55181842
 www.eiomfiere.it

Membrane 64

www.membrane.it

MITEC (rappr. italiana per VTA) IV di Cop., 16

Via Medici, 3 - 24124 Bergamo
 Tel. +39 035 210767
 www.mitec-eng.it

Mossi Ghisolfi 38

www.gruppomg.com

OCSE 14

www.oecd.org

Pepperl+Fuchs 7

Via delle Arti e Mestieri, 4 - 20884 Sulbiate (MB)
 Tel. +39 039 62921
 www.pepperl-fuchs.it

Plastifer 53, 58

Via Industriale, 3
 26010 Monte Cremasco (CR)
 Tel. +39 0373 791551
 www.plastifer.it

Radici 8

www.radicigroup.com

REM - IES 67

Via Anton Giulio Bragaglia, 33
 00123 Roma
 Tel. +39 06 30883030
 www.ies.co.it

Samson 10

www.samson.it

Schmack Biogas 63

Via Galileo Galilei 2/E - 39100 Bolzano
 Tel. +39 0471 1955000
 www.schmack-biogas.com

Shell Italia 10

www.shell.it

SIAD 42

Via San Bernardino, 92 - 24126 Bergamo
 Tel. +39 035 328111
 www.siad.it

Sick 66

www.sick.it

Siemens 4

www.siemens.it

Tecam I di Cop., 26

Via San Marco 11/c - 35129 Padova
 Tel. +39 049 8070650
 www.tecam.it

TWK 29

Via Carlo Cattaneo, 17
 22078 Turate (CO)
 Tel. +39 02 96754093
 www.twkboiler.it

Veolia Water Solutions & Technologies 54

www.veoliawaterst.it

Watson-Marlow Pumps 56, 57

Via Padana Superiore 74/D
 25080 Mazzano (BS)
 Tel. +39 030 6871184
 www.watson-marlow.it

MBS

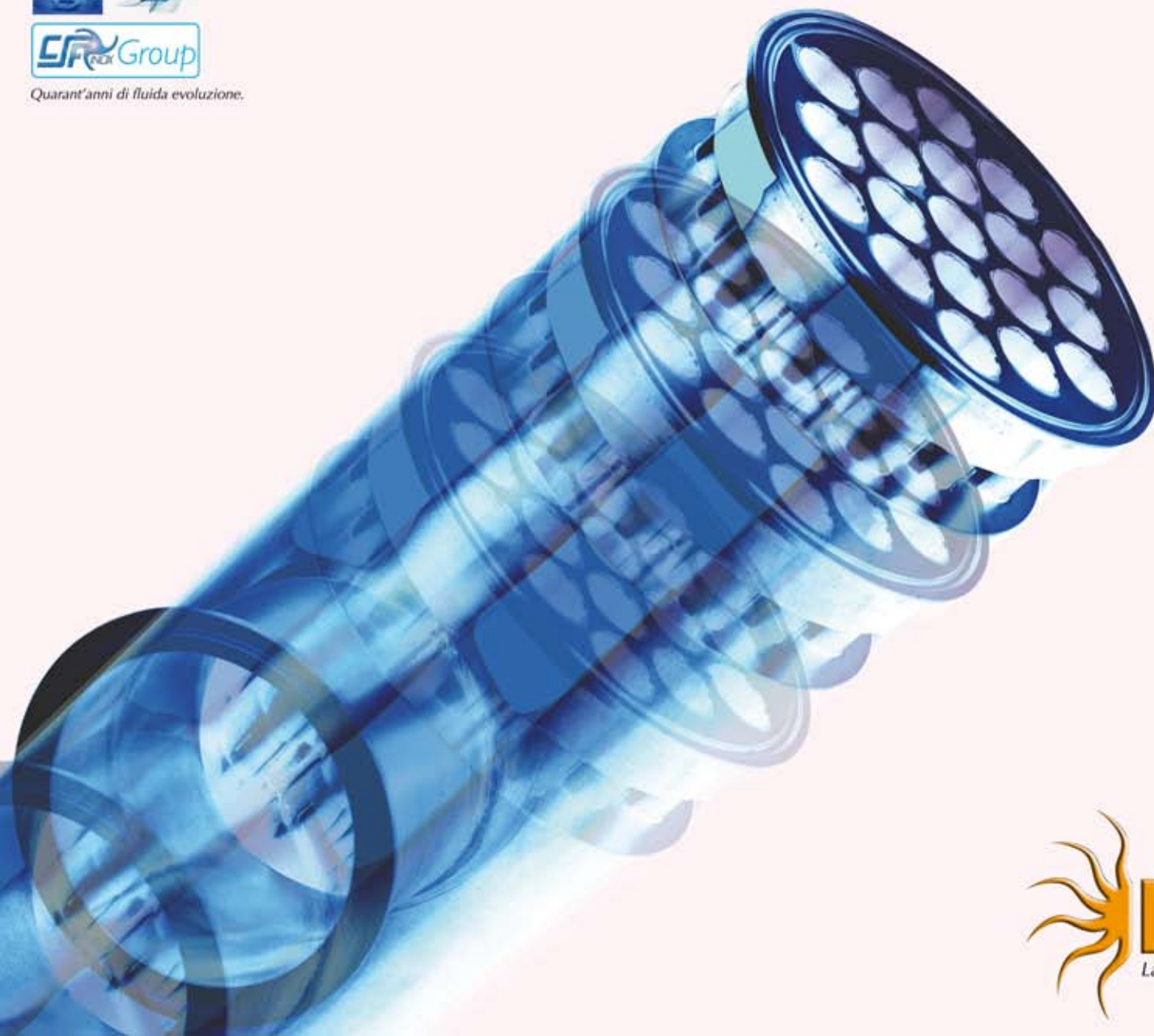
Forza della natura.

*Alta tecnologia per l'industria, basso impatto sull'ambiente:
gli scambiatori di calore MBS risolvono i problemi dell'azienda senza crearne alla natura.*



CFR Group

Quarant'anni di fluida evoluzione.



europa.it

MBS Srl - Strada Martinella, 96/b - 43124 Parma - Italy - UE

**mbs**
La forza di evolversi sempre.



Rappresentante per l'Italia:



EVAPORATORI A FILM SOTTILE E SHORT PATH

Il più piccolo: 0,04 m²

Studi di fattibilità e sviluppo di processi con:

- utilizzo di piccole quantità (<5 kg)
- verifica purezza
- verifica rese
- individuazione condizioni di esercizio

Il più grande: 50 m²

- 50 m² di superficie di scambio
- 35 bar pressione progetto camicia
- 11.600 mm altezza
- 28 t. peso totale
- rotore tipo roller wiper

