

Ambio **INFORMA**

ANNO V - NUMERO 1 - GENNAIO/FEBBRAIO 2003

Bimestrale di Informazione dell'Agencia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte

Qualità dell'aria e qualità di vita

Scene da un incendio

Le discariche biellesi

Pollini e spore





Bimestrale di informazione
dell'Agenzia Regionale
per la Protezione Ambientale
del Piemonte

Anno V – Numero 1
Gennaio/Febrero 2003

Progetto grafico e stampa

Gruppo ALZANI - Grafica Diagrafè Via A. Grandi, 5 -
Pinerolo (TO)

Registrazione al Tribunale di Torino n. 5231
del 25 gennaio 1999

Direttore Responsabile

Giovanni Teppa

Segreteria di redazione

Loredana Lattuca

In redazione

Elisa Bianchi, Sara Seghetti

Hanno partecipato a questo numero

Alessia Alerici, Silvia Angiolucci, Tiziano Bo, Maria Rita Cesare,
Alessandro Cignetti, GianCarlo Cuttica, Lisa De Piaggia, Andrea
Dell'Acqua, Massimo Di Martino, Maura Fenoglio, Sergio Ferrari,
Marina Fiorito, Pasquale Luca Furci, Mara Gennari Pietro Giansanti,
Marco Glisoni, Matteo Massara, Luca Mingozzi, Pina Nappi,
Alessandro Negri, Gianfranco Podestà, Rosella Rolando, Barbara
Rubin, Angelo Salerno, Daniela Sanmartino, Salvatore Tonti,
Adriano Vanni, Denise Vergando.

Foto in copertina: Prigelato

a cura di Alberto Malfiotti

Chiuso in tipografia il 28 - 1 - 2003

Redazione

Via della Rocca, 49 – 10123 Torino

Tel. 011 8153267 – Fax 011 8153292

E-mail: ufficiostampa@arpa.piemonte.it

ArpaInforma on-line: www.arpa.piemonte.it

ARPAInforma viene stampato su carta prodotta in "ambiente neutro"
definita "acid free" e classificata tra i prodotti cartacei senza cloro.



Per ricevere gratuitamente e senza spese postali il bollettino d'informazione ARPAInforma compilare la scheda e inviarla via posta o via fax a: Redazione **ARPAInforma**, via della Rocca 49, 10123 Torino - Tel. 011 8153267 - Fax 011 8153292

REGISTRAZIONE

CANCELLAZIONE

SCHEDA ABBONAMENTO ARPAInforma

Cognome e nome..... Professione.....

Via..... Cap..... Località..... Prov.....

Telefono..... Fax..... E-mail.....

Ente o azienda.....

LEGGE PRIVACY: Ai sensi e per gli effetti della Legge 675/96 si esprime il consenso al trattamento e alla comunicazione dei miei dati in Vostro possesso

Firma leggibile.....

Importante: informativa "Legge Privacy". Ai sensi dell'art. 10 della L. 675/96 si informa che i dati personali forniti saranno registrati su apposito archivio elettronico e/o informatico protetto e trattati, in via riservata, dalla segreteria di Redazione di ARPAInforma con sede in via della Rocca 49, 10123 Torino ai soli fini dell'invio, tramite abbonamento postale, del bollettino ARPAInforma, con esclusione di ogni altra utilizzazione. Detti dati non verranno comunicati a terzi né altrimenti diffusi. Secondo quanto previsto dall'art.13 della legge 675/1996, si informa che l'interessato avrà il diritto di esercitare, gratuitamente e in qualsiasi momento, i diritti di accesso al registro di cui all'articolo 31 lett. a), di informativa su quanto indicato all'articolo 7 lett. a) b) e h), di integrazione, di aggiornamento e di rettifica, di modificazione, di cancellazione, di trasformazione in forma anonima o di blocco dei dati personali trattati in violazione di legge, e di opposizione, in tutto o in parte, al relativo utilizzo, inoltrando specifica formale richiesta indirizzata ad ARPA Redazione ARPAInforma, Via della Rocca 49, 10123 Torino

È possibile disdire l'abbonamento in qualsiasi momento inviando questa scheda via fax al numero 011 8153292 barrando la casella cancellazione.

QUALITÀ DELL'ARIA E QUALITÀ DI VITA

Esperienze nell'indoor

Silvia Angiolucci, Maura Fenoglietto



Negli ultimi anni quando si parla di qualità dell'aria non ci si riferisce più esclusivamente all'ambiente esterno, ma è anche cresciuta notevolmente l'attenzione al problema della qualità dell'aria negli ambienti confinati vale a dire alla "indoor quality".

Questa situazione ha determinato, dal nostro punto di osservazione, un aumento di interesse delle strutture che si occupano di prevenzione nei luoghi di vita e di lavoro (Servizi ASL, Dipartimenti di Prevenzione) al problema del disagio negli ambienti confinati.

Le esigenze di ottimizzazione di spazi e sistemi tecnologici portano alla nascita di edifici di grandi dimensioni, con densità abitative e strumentali elevate, spesso adibiti unicamente ad uffici, che si discostano dagli standard classici di comfort.

A tali costruzioni si associano esigenze di climatizzazione che portano ad un forte sviluppo di sistemi di ventilazione forzata (ventilazione meccanica) a discapito di quella naturale. Sorgono così edifici "sigillati" in cui nascono problematiche sia di tipo fisico che psicologico.



Figura 1: L'architettura contemporanea e il comfort sono compatibili?

Studi recenti hanno evidenziato una correlazione tra la permanenza prolungata all'interno di edifici sigillati, particolarmente per motivi di tipo occupazionale, e l'insorgenza di una sintomatologia varia, che tende a migliorare o scomparire quando si lascia l'edificio in questione.

Si tratta di una vera e propria patologia, già nota da decenni all'estero e che si sta presentando oggi anche nel nostro paese, definita "Sick Building Syndrome" (SBS).

Qualità dell'aria
e qualità di vita3

Scene da un incendio7

I metaboliti derivanti
dalla degradazione
dei fitofarmaci
nelle matrici naturali9

Come proteggere e migliorare
la situazione ambientale nella
pianura novarese partendo
dalle fasce adiacenti
l'autostrada To-Mi10

L'attività del
Centro Regionale Amianto
nella Regione Sicilia11

Stato biologico delle acque
di alcuni rii minori in
provincia di Alessandria12

Studio di caratterizzazione
microbiologica
di suolo contaminato14

Attività di controllo
e monitoraggio
delle discariche biellesi18

L'Arpa al Congresso
Nazionale dei Chimici20

Pollini e spore:
testimoni vegetali
da monitorare22

Glossario23

È una sindrome pluricausale dai sintomi vari e non specifici che includono irritazione degli occhi, delle mucose e delle prime vie respiratorie, disturbi respiratori, cefalea, astenia, nausea, irritabilità, narcolessia e svariati altri sintomi legati alla suscettibilità individuale.

Un problema così complesso va affrontato valutando diversi aspetti quali:

- ▀ il microclima,
- ▀ l'esposizione ad agenti fisici, chimici e microbiologici,
- ▀ lo stress.

Gli agenti biologici strettamente correlati con sistemi di ventilazione meccanica e finestre ermeticamente sigillate sono responsabili di problemi alla salute che comprendono forme debilitanti, dovute a reazioni allergiche e di ipersensibilità, note come "building related illness".

La ventilazione è un insieme di processi che includono l'immissione di aria esterna (all'interno dell'edificio), il suo condizionamento, l'unione tra aria esterna ed interna, la sua distribuzione all'intero edificio e l'eliminazione di parte dell'aria esausta all'esterno del locale.

Ciascuno di questi passaggi influenza la qualità dell'aria indoor rilevata.

Il biossido di carbonio (anidride carbonica - CO_2 -), per esempio, è un gas prodotto dalla respirazione di ciascuno di noi che si può accumulare se non vi è un corretto e sufficiente ricambio d'aria.

L'anidride carbonica fa parte degli inquinanti indoor che possono causare svariati problemi di salute.

Il controllo degli inquinanti alla sorgente è la strategia più efficace per mantenere "pulita" l'aria interna, ma non sempre risulta possibile o pratico. Una buona ventilazione, naturale o meccanica, è una strategia altrettanto funzionale e talvolta più facilmente realizzabile.

La frequenza di immissione dell'aria esterna in un edificio è specificata da codici costruttivi; un numero maggiore di ricambi d'aria è legato all'esigenza di tenere sotto controllo gli "odori" ed i livelli di anidride carbonica. La concentrazione media della CO_2 , di origine antropogenica e biogenica, in atmosfera libera è di 355 ppm.

La CO_2 è, dunque, un componente dell'aria esterna, ma il suo eccessivo accumulo nell'ambiente interno è indice di ventilazione inadeguata. I livelli di CO_2 indicano altresì in modo indiretto i livelli di contaminanti generati dalla presenza di persone (odori) in un ambiente, ma non riflettono i livelli degli altri inquinanti indoor, per esempio i composti organici volatili, o di quelli immessi dall'esterno. L'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating

and Air Conditioning Engineers) ha pubblicato i suoi "standard 62-1989: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality" che hanno lo scopo di fornire valori definibili limite che consentono di evitare danni alla salute.

Oltre a questo, per gli ambienti di lavoro vi sono limiti forniti da Enti internazionali quali ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), OSHA (Occupational Safety and Health Administration), NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health).

I TLV, valori limite di soglia, indicano le concentrazioni delle sostanze aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa essere esposta ripetutamente, giorno dopo giorno, senza effetti negativi per la salute (va comunque tenuta in considerazione la suscettibilità individuale).

Gli effetti negativi in questione, ovvero i danni alla salute, comprendono una vasta gamma di situazioni e di variabili che vanno da una riduzione delle difese immunitarie (con conseguente maggior sensibilità all'azione delle sostanze tossiche presenti e un'augmentata predisposizione all'insorgenza di malattie), all'indebolimento o compromissione di organi e apparati (incluso quello riproduttivo), fino all'insorgenza di vere e proprie patologie inabilitanti o incompatibili con la vita.

I limiti proposti dai vari Enti o Associazioni non costituiscono una demarcazione netta tra la concentrazione non pericolosa e pericolosa, né un indice relativo di tossicità quindi è sempre opportuno mantenere le concentrazioni degli inquinanti al di sotto del più restrittivo dei limiti proposti.

Il microclima viene descritto da un insieme di fattori fisici e fisiologici che condizionano gli scambi termici tra l'uomo e l'ambiente quali l'umidità relativa, la velocità dell'aria e la temperatura (temperatura di bulbo bagnato, temperatura secca e la temperatura del globotermometro). A questi fattori si aggiungono, inoltre, il vestiario, il tipo di attività svolta, la percezione soggettiva del caldo o del freddo.

Il corpo umano ha un optimum di temperatura di 37°C , alla quale i processi biochimici all'interno dell'organismo si svolgono regolarmente.

Se le condizioni ambientali variano l'organismo tende nuovamente a raggiungere la temperatura ottimale mediante meccanismi di termoregolazione.

Quando tali meccanismi funzionano in modo non corretto, si determinano nell'individuo disordini di lieve e media entità e, in casi particolarmente gravi, si può determinare l'incapacità di ripristinare l'equilibrio perduto.

Per questo motivo è molto importante che nell'ambiente di lavoro siano presenti condizioni microclimatiche che permettano al lavoratore di operare in condizione di benessere termico.

Una delle indagini ambientali svolte dall'Area Tematica Ambienti di Lavoro del Dipartimento di Grugliasco ha riguardato un edificio completamente sigillato (dall'estensione di 37000 mq e con presenza massima contemporanea di 424 persone) i cui dipendenti lamentavano sintomi riconducibili alla SBS.

La campagna di monitoraggio è stata orientata alla identificazione e quantificazione di eventuali inquinanti microbiologici e alla valutazione del corretto trattamento dell'aria immessa nell'impianto di ventilazione forzata e condizionamento.

Il piano di lavoro ha previsto cinque tipologie di campionamento con le quali si valutava:

1. la contaminazione di fondo del locale
2. la contaminazione in ingresso dell'aria trattata
3. l'influenza dell'attività lavorativa sulla qualità dell'aria (inizio turno di lavoro)
4. la variazione nel tempo della contaminazione durante l'attività lavorativa
5. la determinazione dei valori microbiologici dell'aria esterna.

Si sono ricercati batteri mesofili, psicrofili, muffe, lieviti, Staphilococcus aureus e si sono determinati degli indici di contaminazione quali IGCM (indice globale di contaminazione microbica), ICM (indice di contaminazione da batteri mesofili) ed IA (indice di amplificazione).

Dai risultati ottenuti si nota come le condizioni climatiche (temperatura, umidità relativa, vento, pioggia ecc.) influenzano la carica microbica dell'aria in ingresso, la presenza di persone comporta un aumento di batteri mesofili ed in generale la contaminazione a fine turno di lavoro risulta inferiore rispetto a quella di inizio turno, indice di un buon abbattimento da parte dell'impianto di ventilazione forzata.



Figura 2: PLANIMETRIA DEL TERZO PIANO DELL'EDIFICIO.

A, B, C, D = UFFICI MONITORATI.

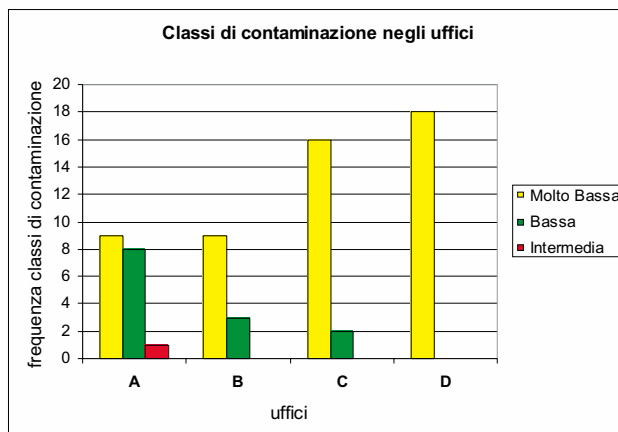


Figura 3: ISTOGRAMMA.

FREQUENZA DI COMPARSA DI UNA DETERMINATA CLASSE DI CONTAMINAZIONE NEI QUATTRO UFFICI MONITORATI AL TERZO PIANO DELL'EDIFICIO.

La classe di contaminazione riscontrata nei vari locali monitorati, nei diversi piani dell'edificio, è risultata mediamente bassa. Nonostante ciò i problemi denunciati all'interno degli uffici persistevano suffragando la pluricausalità dell'SBS.

Tra i vari fattori da valutare (CO₂, umidità relativa, presenza di videoterminali, elementi d'arredo, fumo di tabacco...) non va sottovalutato il problema stress.

Vivere in edifici privi di aperture dirette verso l'esterno necessita anche di un certo "superamento psicologico".

Il concetto di comfort, inoltre, è strettamente personale quindi la temperatura creata nell'ufficio spesso non soddisfa tutti gli operatori che vi sostano, provocando tensioni, discordie e irritabilità che, sommate alla sensazione di malessere fisico provato, generano una situazione di stress.

Il microclima, ovvero il complesso di parametri ambientali che condizionano lo scambio termico soggetto-ambiente, riveste una importanza determinante nell'ambiente lavorativo.

Dalle condizioni microclimatiche dipende il benessere termico (comfort) dell'individuo che è lo stato in cui egli non avverte né caldo né freddo, ma esprime soddisfazione per la propria situazione termica.

Un'ulteriore esperienza condotta ha riguardato la valutazione dei parametri microclimatici in un altro grande edificio sigillato, presente sul territorio piemontese, relativamente al corretto funzionamento del sistema di climatizzazione.

Lo stress provocando una riduzione delle difese immunitarie rende più suscettibili all'azione dei vari inquinanti presenti nell'ambiente.

I lavoratori lamentavano una situazione di disagio legata a veloce immissione di aria fredda nei diversi locali dell'edificio (uffici, bagni, sale riunioni).

È importante sottolineare che parametri microclimatici, presi singolarmente, non riescono a descrivere la reale situazione di benessere o di disagio termico in cui viene a trovarsi il lavoratore. Per superare questo problema la Norma UNI propone come indici per valutare la sensazione termica il PMV (Voto Medio Predetto) e il PPD (Percentuale Predetta di Insoddisfatti), che rappresentano rispettivamente il valore medio della sensazione soggettiva di benessere termico e la predizione della percentuale di persone insoddisfatte.



Figura 4: POSTAZIONE MICROCLIMA

Il PMV si ricava utilizzando dall'elaborazione dei parametri rilevati dall'apposita centralina per il microclima, mentre il PPD si ottiene graficamente, una volta noto il PMV (fig.4).

Un ambiente si considera accettabile quando la percentuale di insoddisfatti è inferiore al 10%.

La strategia di campionamento ha previsto, oltre alla valutazione degli indici di benessere appena citati, la misura in campo della concentrazione di CO₂ allo scopo di verificare il numero di ricambi d'aria nei locali monitorati. I valori ottenuti hanno descritt-

to una situazione di disagio termico determinata dal cattivo funzionamento dell'impianto di climatizzazione e da una non corretta gestione dello stesso: è stato, quindi, possibile descrivere in modo oggettivo una situazione soggettiva di malessere.

I due edifici sigillati, monitorati in periodi diversi e per ragioni differenti, sono accomunati dall'insoddisfazione lamentata dagli occupanti, ma si differenziano per le cause che la generano.

Nella prima campagna descritta il sistema di ventilazione e condizionamento funziona in modo sufficientemente corretto a differenza di quanto è emerso nella seconda ove è proprio l'impianto ad essere carente.

In conclusione situazioni diverse portano allo stesso risultato: un malessere diffuso non sempre facilmente sanabile.

Nel secondo caso tuttavia le carenze riscontrate consentono di predisporre opere di miglioramento degli impianti, e procedure di gestione degli stessi, finalizzate a raggiungere gli standard di riferimento forniti dalle norme tecniche o dalle norme di legge.

Tuttavia, tale risultato non è sempre sufficiente ad eliminare i fenomeni di disagio connessi alla lunga permanenza in edifici privi di ventilazione naturale.

Se cercassimo uno slogan per quanto affermato non potrebbe non venirci in mente il seguente: "Convivenza e comfort... un problema aperto".

m.fenoglietto@arpa.piemonte.it – s.angiolucci@arpa.piemonte.it

BIBLIOGRAFIA:

- UNI EN ISO 7730 Ambienti termici moderati - Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico.
- L'ASHRAE standard 62-1989: *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*.
- ENEA Centro Ricerca Frascati – Servizio di Prevenzione e Protezione. *La Sicurezza nell'Ambiente Ufficio*. Novembre 2000
- Seinfeld, Pandis *Atmospheric Chemistry and Physics- from Air Pollution to Climate Change*
- Bellante De Martis G., D'Arca Simonetti A., Tarsitani G., Vanini G.C.- *La qualità dell'aria in uffici a condizionamento totale di Roma*. Ann Ig 1994; 6:233–249.
- Dacarro C., Grignani E., Lodola L., Grisoli P., Cottica B. *Proposta di indici microbiologici per la valutazione della qualità dell'aria degli edifici*. G Ital Med Lav Erg 2000; 22:3,229-235.
- ACGIH *Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the indoor environment 1989*; ACGIH Cincinnati, OH
- Brief RS, Bernath T. *Indoor pollution: guidelines for prevention and control of microbiological respiratory hazard associated with air conditioning and ventilation systems*. Appl.Ind Hyg 1988; 3:5-10
- F. Benvenuti. *Il rischio microbiologico negli ambienti di lavoro: ricognizione dei comparti a rischio*. Symposia, i congressi della Fondazione Maugeri 1999.

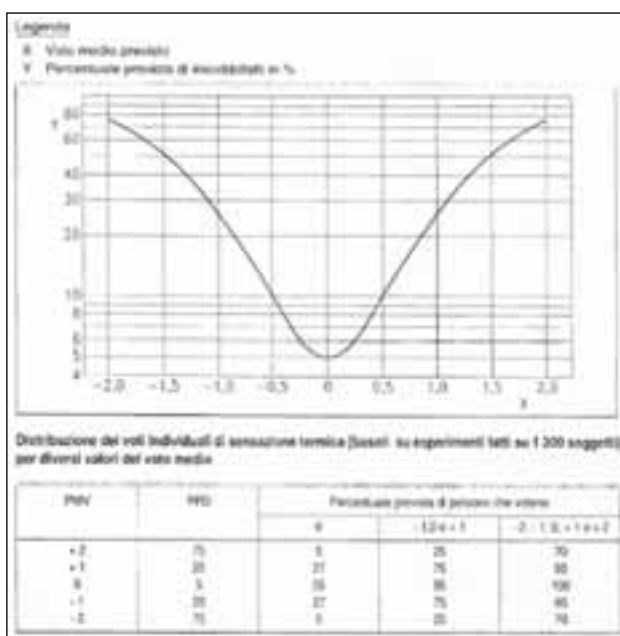


Figura 5: GRAFICO PMV E PPD

SCENE DA UN INCENDIO

Giancarlo Cuttica, Rosella Rolando



I FATTI

All'alba di giovedì 22 agosto 2002 un treno merci che viaggiava sulla linea ferroviaria Torino-Milano in direzione di Milano è deragliato rovesciandosi all'altezza del Comune di Torrazza Piemonte, al confine tra la provincia di Torino e quella di Vercelli.

Ai Vigili del Fuoco intervenuti per domare l'incendio sviluppatosi in seguito all'incidente si sono aggiunti, poco dopo le ore 5:00 del mattino, i tecnici dei Dipartimenti Arpa di Vercelli e di Grugliasco, attivati dal servizio di emergenza ambientale (118).



Scenario luogo dell'incidente

Nel corso dell'intera giornata, i diversi Enti coinvolti (Prefettura, Ministero dell'Ambiente, Comune, ASL, ecc...) sono rimasti costantemente in contatto per eventuali provvedimenti che si fossero resi necessari in seguito agli accertamenti condotti sul luogo dell'incidente.

Il convoglio interessato dall'incendio trasportava infatti sostanze chimiche non immediatamente identificabili perché la tabella di identificazione ADR (Average dangerous road: autotrasporto di merci pericolose) apposta sul corpo della cisterna deragliata non era visibile perché bruciata.

In un primo momento, l'unico riferimento utile all'identificazione della sostanza era costituito dal codice "1993" apposto sul corpo cisterna, corrispondente al "codice di identificazione della sostanza stessa, numero ONU", che risultava essere un codice generico: "liquido infiammabile n.a.s.", che non permetteva il riconoscimento del composto chimico.

Dalle prime informazioni raccolte dai Vigili del Fuoco e comunicate ai funzionari dell'ARPA, però, la sostanza è stata indicata come "propionato di N propile" e/o "2-metossietanolo", o più genericamente come "etere dimetosietilico".

Presso il Dipartimento di Grugliasco si è provveduto alla ricerca, su banche dati informatiche chimico-tossicologiche, dei possibili componenti, al fine di ipotizzare i rischi per gli operatori coinvolti nell'intervento, per i cittadini dei comuni limitrofi e per definire le corrette metodiche d'intervento per i prelievi di aeriformi.

La sostanza identificata sulla base del CAS (Chemical Abstract Substance) fornito nella prima mattinata (N° 111-96-6) risultava essere "bis (2-metossi etil) etere".

Dell'identificazione avvenuta, secondo le informazioni trasmesse alle ore 8:30, sono state date le prime indicazioni ai tecnici ARPA per i campionamenti degli aeriformi e sono state trasmesse ai vari enti le schede di sicurezza relative al prodotto individuato.

Con l'arrivo sul luogo dell'incidente dei committenti al trasporto della sostanza in questione, la ricerca è stata meglio orientata sulla base delle indicazioni da essi fornite: "miscela di acetato di metile e metanolo".

CAMPIONAMENTI

Per risolvere le incertezze riferite alla composizione del prodotto sversato, si è provveduto a eseguire un campiona-



Carro trucioli rovesciato

mento della sostanza che percolava dal carro cisterna per trasferirla poi al laboratorio Arpa di Grugliasco per le analisi chimiche. La conoscenza della composizione del prodotto risultava estremamente importante sia al fine di stabilire con quali modalità questo dovesse essere trasferito ad altra cisterna, che per pervenire a una valutazione sull'inquinamento delle matrici ambientali.

Sono stati eseguiti dei campionamenti per la valutazione della diffusione degli aeriformi, oltre a un campione della sostanza che percolava dal carro cisterna per trasferirla poi al laboratorio Arpa di Grugliasco per le analisi chimiche.

RISULTATI ANALITICI

L'analisi condotta nella stessa giornata sui campioni del prodotto sversato ha evidenziato e confermato la presenza del componente indicato dai committenti al trasporto: *metanolo*, *acetato di metile* e altri componenti minoritari come l'acetato di etile e di isopropile.

Le ricerche condotte sugli aeriformi campionati su supporti adsorbenti presso il luogo dell'incidente e nelle zone limitrofe non hanno fatto registrare la presenza di nessuna sostanza identificabile in GC/MS (Tecnica analitica "Gascromatografia accoppiata con uno spettrometro di massa").

Tuttavia nei punti di campionamento degli aeriformi, salvo nelle immediate vi-



Carro botte rovesciato

cinanze dello sversamento, non veniva rilevato alcun odore di tali sostanze, pertanto se ne poteva escludere una diffusione massiccia e un conseguente coinvolgimento di aree esterne al luogo delle operazioni.

OPERAZIONI DI BONIFICA DELL'AREA – Il giorno dopo

Nella giornata del 23 agosto, il personale tecnico dei Dipartimenti ARPA di Vercelli e Grugliasco ha seguito le operazioni di rimozione della cisterna e degli altri rottami ferrosi dalla sede dei binari, per controllare la presenza di eventuali percolamenti che, in realtà, non si sono verificati.

Sul luogo dell'incidente, però, era ancora presente un container contenente trucioli metallici, anch'esso adagiato sulla scarpata. Da un esame obiettivo dello stesso si notavano emissioni di fumi e il materiale contenuto al suo interno, al tatto, risultava tiepido.

Successivamente si è operata una valutazione congiunta tra gli operatori presenti in campo e il Dirigente reperibile del Dipartimento di Grugliasco, a seguito della quale è stato prudenzialmente stabilito di non procedere alla rimozione del materiale in quanto l'operazione poteva costituire rischio di esplosione. Tra le ipotesi formulate sul materiale, trattandosi di trucioli sporchi di olio lubrorefrigerante, lo stesso poteva aver dato luogo a processi di fermentazione con un surriscaldamento della massa e con lo sviluppo di gas infiammabili che nell'ipotesi si trattasse di

trucioli di alluminio avrebbe determinato una situazione pericolosa in quanto esplosiva. Si è pertanto proceduto ad coinvolgere i VV.F. per un ulteriore intervento di messa in sicurezza e si è disposto, in collaborazione con il funzionario FF.S., di non movimentare il container in attesa della valutazione operata dai VV.F.

Nel contempo si è proceduto a contattare i reperibili ARPA del Dipartimento di Grugliasco, che si trovavano contemporaneamente impegnati presso la discarica SMC WMI "Smaltimenti controllati – Waste management Italia" di Chivasso dove era in corso un incendio, al fine di eseguire misure che fornissero indicazioni sulle sostanze che si stavano liberando in atmosfera secondo l'ipotesi sopra descritta.

Le valutazioni sugli aeriformi sono state realizzate utilizzando fiale rivelatrici.

Tra i possibili gas rappresentabili da un processo di fermentazione è stato eseguito un test per la ricerca dell'idrogeno libero, il quale è risultato negativo. Questo non ha però escluso categoricamente la presenza dell'idrogeno considerata l'impossibilità di eseguire un prelievo in posizione vicina alla zona di sviluppo dei gas.

Successive misurazioni hanno evidenziato la presenza di ammoniaca a concentrazione molto bassa: questa sostanza gassosa risultava compatibile con un processo di idratazione di derivati azotati generati nella fermentazione.

Sulla base dei risultati sopra descritti e in seguito all'intervento dei VV.F., che hanno proceduto con propria strumentazione a misurare la temperatura all'interno del container che risulta essere compresa tra i 35° - 45°, si è concordato con gli stessi di far rimuovere con la massima cautela il container.

Da accordi intercorsi con il responsabile delle FF.S si è stabilito di far depositare il container in una zona sgombra da altri residui e sono state date le successive indicazioni per la messa in sicurezza del sito (delimitazione del perimetro; protezione dagli agenti atmosferici mediante copertura con tubi in-

nocenti e lamiera lasciando la struttura areata sui 4 lati).

Le precauzioni indicate per la fase della messa in sicurezza sono valse anche per le successive fasi di smaltimento per evitare eventuali fenomeni di autocombustione.

La circolazione sulla linea ferroviaria Torino Milano è ripresa nel tardo pomeriggio di venerdì 23 agosto.

CONCLUSIONI

L'incidente ferroviario del 22 agosto ha sicuramente messo in luce l'efficacia di un'azione tempestiva e sinergica tra tutti gli Enti coinvolti e tra più Dipartimenti ARPA.

Già al termine della prima giornata di intervento, il Ministero dell'Ambiente e tutti gli altri Enti coinvolti nella tutela dell'ambiente e della salute delle persone sono stati informati sull'esito degli accertamenti tecnici condotti sul luogo dell'incidente e sui risultati analitici eseguiti presso il Dipartimento di Grugliasco.



Carro botte rovesciato

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano per il contributo dato nella fase di emergenza gli operatori ARPA Mauro Dovia, Franco Masera, Simona Possamai, Bruno Racca, Nicola Santamaria, Luisa Raimondi, Maria Radeschi e Paola Boninsegna.

I metaboliti derivanti dalla degradazione dei fitofarmaci nelle matrici naturali

Adriano Vanni*, Federica Fontana*, Mara Gennari[§], Alessandro Cignetti[§], Pina Nappi



L'introduzione sul mercato di molecole più o meno complesse, la dubbia stabilità dei nuovi presidi fitosanitari, nonché l'uso massiccio di tali prodotti in campo agricolo, ha suscitato nelle strutture pubbliche demandate al controllo un notevole interesse in particolare per le possibili conseguenze sull'ambiente dei loro prodotti di degradazione.

Ricerche svolte dal Dipartimento di Chimica Analitica dell'Università di Torino in collaborazione con l'Arpa, hanno infatti già dimostrato la possibilità di una degradazione idrolitica in matrici naturali di una particolare classe di fungicidi, i dicarbosimmidici (Iprodione, Procymidone, Vinclozolin e Clozolate), largamente impiegati in agricoltura come antibotritici (antiparassitari – fungicidi). Tale studio ha evidenziato come questi principi attivi si possano degradare in molecole più o meno stabili (Tabella n.1) e soprattutto con tossicità generalmente ignota. In questo caso infatti, fra tutti i prodotti di degradazione identificati, solo per la 3,5-Dicloroanilina è stato possibile reperire dati relativi alla sua effettiva tossicità (DL 50: 1600mg/kg di ratto). Tali risultati, tutt'altro che rassicuranti, hanno motivato l'interesse a valutare il comportamento nel terreno di una nuova classe emergente di antibotritici, gli anilinoipirimidinici (Pyrimethanil, Cyprodinil e Mepanipyrim), sostituiti sempre più diffusi dei dicarbosimmidici. A tale scopo, seguendo lo schema di lavoro collaudato nelle ricerche sopra menzionate, si sta procedendo ad una valutazione abiotica preliminare sulle possibilità di degradazione dei principi attivi in esame. Le indagini sul Pyrimethanil, volte ad accertare le possibili degradazioni di questa classe di fungicidi in diverse condizioni ambientali, hanno rivelato come la molecola del fungicida studiato sia particolarmente resistente al processo di idrolisi condotto in una ampia gamma di valori di pH e sia invece particolarmente sensibile a un processo di fotodegradazione catalitica in

presenza di ferro (III), metallo peraltro diffusamente presente nei vegetali e nei terreni agricoli. In particolare è stata esaminata l'influenza sul processo fotocatalitico di parametri come il pH, la forza ionica, lo spettro di emissione della luce solare e la disponibilità di ferro (III) e di ossigeno. Da un'identificazione preliminare della struttura molecolare, i metaboliti che si formano, probabilmente attraverso meccanismi di tipo radicalico, risultano essere in gran parte dei fenilderivati, tra i quali si distingue l'anilina, di cui è nota l'elevata tossicità nonché la cancerogenicità.

Questi risultati evidenziano che gli antibotritici anilinoipirimidinici come il Pyrimethanil, anche in condizioni naturali, possono essere soggetti a degradazione, sottolineando il pericolo della possibile presenza di prodotti della loro trasformazione di incerta stabilità e tossicità sia sul vegetale trattato (melo, pero, vite, fragole, pomodori), sia nel suolo sottostante, che può ricevere sino al 30% della quantità di prodotto somministrato alla pianta. Una ulteriore attività degradativa potrebbe derivare dall'azione sinergica della flora microbica del terreno, che potrebbe provocare degradazioni di tipo enzimatico e produzione di metaboliti che, attraverso meccanismi di

adsorbimento radicali, potrebbero passare inalterati alle coltivazioni, entrando così nella catena alimentare.

Pertanto, alla luce dei risultati ottenuti e delle considerazioni sopra esposte, sia il Dipartimento di Chimica Analitica che l'Arpa Piemonte hanno espresso il reciproco interesse al proseguimento di questo lavoro di ricerca, che prevederà opportuni approfondimenti già nel prossimo periodo. Tale studio, infatti, sarà svolto in collaborazione con il Dipartimento di Tossicologia della Facoltà di Farmacia, per quanto riguarda la valutazione della tossicità relativa ai metaboliti identificati, e in collaborazione con il Dipartimento di Valorizzazione e di Protezione delle Risorse Agroforestali, della Facoltà di Agraria, per quanto riguarda la cinetica biotica di degradazione dei fungicidi anilinoipirimidinici in terreni agrari opportunamente caratterizzati.

*Dipartimento di Chimica Analitica, Università degli Studi di Torino
[§] D.I.VA.P.R.A. Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Università degli Studi di Torino.

p.nappi@arpa.piemonte.it

Tabella n.1

FUNGICIDA	PM _n	Formula	Metabolita	PM _n	Formula
IPRODIONE	329		Isomero	329	
PROCIMIDONE	283		Metabolita I	301	
VINCLOZOLIN	285		Metabolita V ₁	259	
CLOZOLINATE	331		Metabolita C ₂	277	
		Metabolita comune (3,5-dicloroanilina)	3,5-DCA	161	

Il Politecnico di Torino in collaborazione con ARPA per uno studio sul territorio novarese

Come proteggere e migliorare la situazione ambientale nella pianura novarese partendo dalle fasce adiacenti l'autostrada To-Mi

Gianfranco Podestà



Trovare un metodo per stabilire l'opportunità di creare "fasce verdi polifunzionali" a protezione dell'ambiente che si trova ai lati di una infrastruttura estremamente impattante, come l'autostrada Torino-Milano, in un territorio già sottoposto ad una elevata pressione antropica come quello della Provincia di Novara. E farne un'occasione per adottare nuovi strumenti di salvaguardia ecologica di un'area vasta. È questo lo scopo di un lavoro dal titolo "Protezione ambientale di siti e segmenti lineari a lato dell'autostrada TO-MI" in corso di realizzazione, che vede coinvolti il Politecnico di Torino e l'Area Conservazione della Natura dell'ARPA Sede Centrale e del Dipartimento ARPA di Novara. Il lavoro ha come premessa una precedente fase di studio presso il Dipartimento di Novara, volta all'individuazione di una metodologia operativa multicriterio per l'individuazione della necessità/opportunità di realizzare fasce verdi polifunzionali ai lati delle autostrade regionali. Nella seconda fase si tratta di definire validi "parametri descrittivi" per effettuare nel modo più corretto tale valutazione. Allo scopo sono stati selezionati otto parametri mediante sopralluoghi in tratti autostradali italiani e basandosi su esperienze precedenti. Nel dettaglio:

1. Scenario visuale sullo sfondo
2. Contesto e riconoscibilità paesaggistica
3. Disponibilità dei terreni adiacenti l'autostrada

4. Presenza di insediamenti ravvicinati
5. Presenza di colture in relazione al traffico veicolare
6. Presenza di siepi, filari, fasce boschive parallele o intersecanti il tracciato
7. Preesistenza di territorio boschivo o di altri biotopi
8. Presenza di ambiti paraturali

Quindi per ciascun parametro sono state definite cinque casistiche, corrispondenti a situazioni tipo. Ad ognuna di queste viene attribuito un punteggio che va da 0 a 20. I valori più alti indicano condizioni territoriali più favorevoli alla realizzazione di fasce di protezione, mentre quelli più bassi riflettono requisiti meno favorevoli o decisamente sfavorevoli.

Nuove occasioni di riequilibrio ecosistemico e paesaggistico

Questa metodologia verrà poi applicata ad una situazione reale, quella del tratto autostradale TO-MI della Provincia di Novara che comporterà la verifica dell'applicabilità dei parametri selezionati testando il modello proposto. L'intento finale dello studio non è soltanto quello di mitigare gli impatti dell'infrastruttura in un contesto immediatamente limitrofo, ma di guardare al livello di frammentazione del paesaggio della pianura novarese nel suo complesso. Qui l'autostrada e il tracciato dell'Alta Capacità di prossima realizzazione costituiscono attualmente i principali fattori di disturbo, ma, in prospettiva, possono trasformarsi in occasione per introdurre nuovi elementi di riequilibrio ecosistemico e paesaggistico. Ecco allora che le aree verdi polifunzionali adiacenti a queste infrastrutture

non vanno pensate come sorta di "isole" destinate inevitabilmente a diventare habitat solo per poche specie, sempre difficili da far convivere con le attività umane. Secondo lo studio andrebbero invece considerate come parte di un sistema più complesso basato sia sulle reti ecologiche, sia su un ampio spettro di interventi di miglioramento ambientale, per ottenere un insieme di aree e corridoi che escluda solo le zone irrimediabilmente compromesse dal punto di vista biologico.

Una specifica cartografia sintetica per leggere i risultati

La metodologia applicata parte dall'analisi del sistema ambientale del territorio in oggetto delimitando l'area di indagine secondo due livelli di interesse: *livello superiore* (scala di indagine 1:50.000) cioè la vasta piana che dalle Prealpi gravita sul Po, compresa tra il fiume Ticino ad est e il fiume Sesia ad ovest; *livello di interesse* (scala di indagine 1:10.000), un'area circoscritta da confini naturali (o al massimo antropici: canali, vie di comunicazione, etc.) e non comunali, per leggere il territorio in base alla morfologia. Successivamente si passa alla descrizione e all'analisi dell'ecotessuto per arrivare a ripartire il territorio indagato in ambiti ecologici omogenei. Infine in tali ambiti si valutano i parametri descrittivi di cui sopra. Il risultato dovrà essere un elaborato cartografico sintetico da cui trarre i principali indirizzi paesistici per la riprogettazione ecologica dell'area.

g.podesta@arpa.piemonte.it

L'attività del Centro Regionale Amianto nella Regione Sicilia

Luca Mingozzi, Angelo Salerno

Siracusa

Nel dicembre 2000 è stato effettuato, su invito dell'ENEA, un sopralluogo conoscitivo a Siracusa presso l'ex area della Eternit Siciliana, allo scopo di verificare l'eventuale presenza di amianto e/o di manufatti contenenti amianto sia all'interno sia all'esterno del sito. Per quanto attiene l'esterno si è presa visione dell'area di pertinenza dello stesso e del canale di scarico a mare (distante un centinaio di metri).

Dalla breve indagine era emersa la necessità di:

- segregare adeguatamente l'area impedendo l'accesso ad estranei. Infatti l'area risultava facilmente accessibile vista la presenza di carcasse di automobili, siringhe e quant'altro;
- bonificare il sito in tempi molto rapidi. La messa in sicurezza, al fine di minimizzare la diffusione di fibre aerodisperse non appariva facilmente attuabile, a causa delle innumerevoli sorgenti diffuse nonché in considerazione del fatto che la stazione ferroviaria di Taggia è confinante con il piazzale dello stabilimento. A tal proposito si evidenzia che campionamenti ambientali non sono in grado di fornire informazioni sul reale rischio specifico. Nell'ipotesi che non si sia ancora provveduto alla bonifica del sito, si è disposto di provvedere al periodico controllo dell'aria ambiente mediante la determinazione della concentrazione di fibre di amianto in microscopia elettronica a scansione;
- imporre che durante la demolizione dei fabbricati industriali e civili si tenga conto delle condutture presenti, poste sotto i pavimenti e che gli stessi sono stati realizzati, a suo tempo, con manufatti contenenti amianto;

- procedere ad una bonifica di ciò che resta degli impianti di depurazione delle acque, nonché dei terreni circostanti in quanto fortemente inquinati da amianto per un'area compresa tra l'impianto di depurazione posto in testa all'edificio, in cui avveniva la produzione, e l'ingresso principale;
- procedere, tempestivamente, alla bonifica radicale della scogliera prospiciente lo stabilimento e dell'area circostante lo scarico che apparivano le situazioni più drammatiche. Su tutta l'area interessata, si potevano trovare residui di manufatti in cemento-amianto e una grossa quantità di fanghi di lavorazione contenenti anche crocidolite, solo parzialmente cementata.

Biancavilla

A Biancavilla, comune dell'entroterra Catanese alle pendici dell'Etna, studi epidemiologici hanno riscontrato un eccesso di casi di mesotelioma pleurico, la più specifica patologia neoplastica amianto correlata.

Nel 1999 il problema era stato ampiamente discusso durante la conferenza Nazionale Amianto di Roma e nel corso del XV incontro Scientifico dell'International Epidemiological Association. L'ENEA, delegata dal Ministero dell'Ambiente ad occuparsi della bonifica dell'area, ha incaricato, nel luglio 2000, il Centro Regionale Amianto dell'Arpa Piemonte di verificare ed eventualmente quantificare l'effettiva presenza di amianto nell'area interessata.

Sono state condotte indagini su suolo, aria ed acqua, utilizzando tecniche di microscopia ottica, microscopia elettronica e spettroscopia infrarossa; analizzando complessivamente un centinaio di campioni.

È stato monitorato il territorio della cava da cui veniva estratto il materiale inda-

gato, utilizzato in edilizia ed il concentrico cittadino; in particolare sono stati monitorati alcuni quartieri storici e due quartieri inseriti nel nuovo piano di urbanizzazione, in cui erano previsti lavori di escavazione per la posa delle condutture dell'acqua e della rete fognaria. A tale scopo sono stati prelevati campioni di materiali aerodispersi, di polvere e di rocce in prossimità della cava e dell'abitato, di intonaco dagli edifici e di acqua potabile da 2 pozzi.

Le indagini analitiche non hanno evidenziato la presenza di fibre definibili amianto ai sensi della vigente normativa. Specifici studi condotti da eminenti istituti nazionali hanno evidenziato la presenza di un nuovo anfibolo, in cui un gruppo ossidrilico è stato sostituito dal fluoro: la fluoroedenite.

centroamianto@arpa.piemonte.it

I rilievi fotografici ritraggono dall'alto verso il basso:

- n° 1: Eternit Siciliana – una vasca del depuratore
- n° 2: Eternit Siciliana – crocidolite sulla scogliera
- n° 3: Eternit Siciliana – frammenti di tubazioni sulla scogliera
- n° 4: Eternit Siciliana – piazzale antistante la Stazione Ferroviaria di Taggia
- n° 5: Biancavilla – particolare della cava di Montecalvario



Stato biologico delle acque di alcuni rii minori in provincia di Alessandria

Sergio Ferrari, Tiziano Bo, Alessandro Negri



La conoscenza dettagliata del reticolo idrografico di un territorio è un utile strumento per meglio comprendere le dinamiche ecologiche che legano i corsi d'acqua ai loro bacini idrografici e all'uso del territorio.

Nell'ambito del Progetto O1CAL – Monitoraggio Qualità del territorio, il Dipartimento Arpa di Alessandria ha raccolto numerosi dati relativi la qualità biologica di diversi rii cosiddetti "minori". Oltre ai campionamenti stagionali di routine sui fiumi contemplati dal Censimento dei corpi idrici, nel periodo luglio 2002 – ottobre 2002 sono stati monitorati una serie di rii e di piccoli torrenti che rappresentano una componente fondamentale del tessuto ecologico territoriale.

I punti di campionamento sono stati scelti in base a due criteri: segnalazione da parte dei comuni di situazioni anomale (ad esempio crescite algali diffuse) oppure controllo della qualità ambientale di corsi d'acqua ritenuti, almeno sulla carta, ambienti in "buono stato di salute" e pertanto da tutelare e da valorizzare.

Durante i campionamenti, oltre al monitoraggio biologico e all'applicazione del metodo I.B.E. (Ghetti, 1997), sono stati raccolti dati relativi la funzionalità fluviale, utilizzando la scheda per il calcolo dell'Indice di Funzionalità Fluviale - I.F.F. (Siligardi *et al.*, 2000) e aggiungendo ove necessario note generali sull'ambiente.

Nella quasi totalità delle situazioni censite sono emersi dati positivi ed incoraggianti, con una classe di qualità media che si attesta tra la

I e la II (Tab.1), è inoltre da rilevare la presenza di componenti della fauna macrobentonica interessanti dal punto di vista faunistico o comunque poco comuni nei corsi d'acqua dell'alessandrino (Tab.2).

Inoltre in molti corsi d'acqua è stato rinvenuto il gambero d'acqua dolce autoctono *Austropotamobius pallipes* (Fig. 1), animale in via di rarefazione e ottimo indicatore della qualità dell'ambiente fluviale, già segnalato nel torrente Visone (Bo, 2001) ne è stata recentemente indagata la distribuzione nell'alessandrino (Negri, 2001).

I campionamenti biologici proseguiranno in modo da raccogliere maggiori informazioni riguardo l'intero reticolo idrografico della provincia ed eventualmente segnalare emergenze naturalistiche o situazioni di particolare pregio e valore.

dip.alessandria@arpa.piemonte.it

Corso d'acqua	Comune	Data	Valore I.B.E.	U.S. totali	C.Q.	A. pallipes
Rio Sabbiona	Quargento	19/07/02	6	14	III	x
Rio Ghisone	Frascaro	25/07/02	11/10	32	I	
Rio Vargo	Vargo	30/07/02	10	26	I	
Rio acque Striate	Fraconalto	31/07/02	12/11	31	I	x
Rio Carbonasca	Voltaggio	31/07/02	10	28	I	x
Torrente Gorzente	Bosio	31/07/02	11/10	25	I	
Torrente Lemme	Fraconalto	31/07/02	12	32	I	x
Torrente Morzone	Voltaggio	07/08/02	12	30	I	x
Rio Predasso	Cassano	09/08/02	9	21	II	x
Rio Predasso	Sardigliano	09/08/02	10	29	I	x
Rio Lavagè	Voltaggio	27/08/02	12/11	26	I	
Rio Capello	Predosa	28/08/02	7	17	III	x
Rio Maggiore	Rocca Grimalda	28/08/02	7/8	20	III/II	x
Rio Albara	Castelletto d'Orba	28/08/02	8	18	II	x
Rio Granozza	Molare	28/08/02	9	22	II	
Torrente Piota	Lerma	11/09/02	10	20	I	
Torrente Grue	Casasco	20/09/02	9	24	II	
Rio del Lago scuro	Vignole Borbera	15/10/02	9	21	II	x

Tab. 1: Elenco corsi d'acqua campionati

Taxa	Corso d'acqua	Comune	Data
<i>Osmylus fulvicephalus</i>	Rio Vargo	Vargo	30/07/02
<i>Osmylus fulvicephalus</i>	Rio Predasso	Sardigliano	09/08/02
<i>Odontocerum albicorne</i>	Rio acque Striate	Fraconalto	31/07/02
Hydroptilidae	Torrente Gorzente	Bosio	31/07/02
Dixidae	Rio acque Striate	Fraconalto	31/07/02
<i>Ptychoptera</i> sp.	Rio Predasso	Sardigliano	09/08/02
Blephariceridae	Torrente Piota	Lerma	11/09/02
Rhagionidae	Torrente Lemme	Fraconalto	31/07/02
<i>Gordius</i> sp.	Torrente Grue	Casasco	20/09/02

Tab. 2: Elenco taxa di particolare interesse



Fig. 1: *Austropotamobius pallipes* (foto A. Negri)



Fig. 2: Torrente Lemme, Fraconalto (foto T. Bo)



Riferimenti Bibliografici

Bo T., 2001. Composizione strutturale e funzionale delle comunità macrobentoniche in un torrente appenninico (t. Visone – provincia di Alessandria). Tesi di Laurea, Università di Alessandria.

Ghetti P.F., 1997. Manuale di applicazione Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia Autonoma di Trento.

Negri A., 2001. Prime indagini di campo sugli aspetti bioecologici di *Austropotamobius pallipes* nell'appennino alessandrino. Tesi di Laurea, Università di Pavia.

Siligardi M., Bernabei S., Cappelletti E., Chierici E., Ciutti F., Egaddi F., Franceschini A., Maiolini B., Mancini L., Minciardi M.R., Monauni C., Rossi G., Sansoni G., Spaggiari R. & Zanetti M., 2000. I.F.F. – Indice di Funzionalità Fluviale, Manuale ANPA - APPA Trento – CISBA.

Fig. 3: Rio Predasso, Sardigliano (foto A. Negri)

Studio di caratterizzazione microbiologica di suolo contaminato

Alerici Alessia



Introduzione

Lo sviluppo delle attività industriali e agricole ha determinato il rilascio nell'ambiente di grandi quantità di composti di sintesi creando problemi di ordine ecotossicologico di grande rilevanza.

Per questa ragione è ormai predominante la richiesta di bonifica e risanamento ambientale dei siti contaminati da sostanze xenobiotiche.

In questo contesto si inserisce la ricerca di microbiologia ambientale da noi effettuata per la bonifica dei terreni dell'ACNA, ex fabbrica chimica di Cengio di proprietà della Enichem.

Fra le tecniche di biorisanamento, la più interessante per l'impatto sull'ecosistema, è la tecnica che prevede l'utilizzo di microrganismi autoctoni con potenzialità degradative degli inquinanti presenti.

Questi ultimi hanno una struttura chimica non riscontrabile nelle sostanze organiche naturali e pertanto sono per lo più non biodegradabili o recalcitranti e tendono quindi a persistere nell'ambiente mantenendo invariate le loro caratteristiche fisiche e chimiche.

D'altra parte i microrganismi, in particolare i batteri e i funghi filamentosi, sono ampiamente distribuiti nel suolo e nelle acque e sono caratterizzati da una notevole versatilità metabolica che li rende capaci di degradare e utilizzare per la loro crescita tutte le sostanze organiche dalle più semplici alle più complesse.

La degradazione di un composto di sintesi invece dipende dalla capacità degli enzimi microbici di riconoscere come substrato, molecole aventi una struttura chimica simile ma non identica a quelle naturali e in secondo luogo la capacità di questi nuovi substrati, quando si trovano a contatto con i microrganismi di indurre la sintesi dei necessari enzimi degradatori.

Il suolo rappresenta un complesso sistema multifase nel quale la quantità e l'attività dei microrganismi sono altamente influenzate dal tipo di terreno e da vari parametri chimici e fisici.

Tali enzimi mostrano una ridotta specificità per il substrato e possono essere usati dai microrganismi per degradare parzialmente anche quei composti di sintesi (analoghi del substrato fornito come fonte di carbonio ed energia), ma che non possono essere utilizzati per la crescita.

Per effettuare un processo di biorisanamento efficace è pertanto necessario effettuare una estesa ricerca per valutare l'applicabilità in pratica al sito.

Una ricerca siffatta richiede innanzitutto lo studio della comunità microbica autoctona del sito, che implica l'analisi della sua composizione sia dal punto di vista funzionale che tassonomico.

A questo proposito per poter studiare la composizione e la dinamica di una comunità batterica si deve essere in grado di identificare i microrganismi che la compongono.

Contemporaneamente deve essere effettuata una analisi chimica del suolo per valutare la concentrazione di sostanze inquinanti in esso presenti.

A tale scopo è stata effettuata la caratterizzazione chimica e microbiologica di 4 campioni di suolo del sito ACNA di Cengio.

Determinazione dei Metalli

Metodo in generale

La determinazione di metalli in suoli e sedimenti è stata realizzata mediante mineralizzazione in recipiente chiuso con sistema a microonde seguita da determinazione con sistema ICP-MS. (Inductive Coupled Plasma – Massa: Plasma induttivamente accoppiato - Massa).

I limiti di quantificazione garantiti dal sistema utilizzato sono risultati essere di 0,1 mg/Kg per tutti gli elementi, ad eccezione dell'Alluminio (1 mg/Kg) e del Ferro (10 mg/Kg).

Descrizione del metodo in breve

- si aggiunge il campione (1 g) con una miscela di acido nitrico, cloridrico e acqua ossigenata
- si aggiunge una soluzione di controllo di Terbio
- si procede alla mineralizzazione riscaldando la bomba con il sistema a microonde
- si diluisce opportunamente la soluzione proveniente dalla mineralizzazione, aggiungendo dopo la diluizione

una opportuna quantità di Rodio come elemento di controllo

- Taratura. Si introduce nel sistema ICP-MS nelle condizioni operative adeguate la soluzione di taratura che contiene gli elementi da determinare alla concentrazione di 1 mg/L, tranne il mercurio e l'oro che dovranno essere presenti rispettivamente alla concentrazione di 0.1 mg/L e di 200 mg/L
- Analisi dei campioni. Si introducono nel sistema le soluzioni di mineralizzazione opportunamente diluite in modo che le letture delle concentrazioni degli elementi che si desidera determinare siano comprese tra 1 e 100 mg/L (0.010 e 25 mg/L per le terre rare). La soluzione che viene inviata alla lettura strumentale deve essere addizionata di una opportuna quantità di soluzione di Erblio a 1 mg/L in modo da avere una concentrazione di Erblio pari a 10 mg/L

Si noti che il controllo sulla qualità delle analisi viene realizzato in continuo monitorando le concentrazioni del Terbio (per l'intero processo) e del Rodio (per la sola lettura strumentale). La lettura strumentale delle concentrazioni sarà nel suo complesso accettata se le concentrazioni osservate rientrano entro certi limiti di tolleranza prestabiliti (in genere $\pm 20\%$).

Le concentrazioni riscontrate vengono rappresentate su opportune carte di controllo.

Determinazione degli Inquinanti Organici Semivolatili e degli IPA

Metodo in generale

- a) premesso che per inquinanti organici semivolatili s'intendono un vasto gruppo di composti organici appartenenti soprattutto alle ammine aromatiche, ai fenoli, ai nitroderivati, ai composti aromatici alogenati, ecc.;
- b) premesso che gli IPA sono stati determinati contemporaneamente ai Semivolatili;
- c) la determinazione di inquinanti semivolatili ed IPA in suoli e sedimenti è stata realizzata mediante estrazione con sistema ASE in presenza di surrogati seguita da determinazione mediante HRGC-LRMS.

I limiti di quantificazione adottati sono risultati essere di 0,01 mg/Kg nel caso di aree destinate a verde pubblico e di 0,1 mg/Kg nel caso di aree ad uso commerciale; per raggiungere tali limiti si è partiti da 20 o da 2 g di campione.

Descrizione del metodo in breve

- pesare da 2 a 20 g di campione e addizionare lo stesso della soluzione di standard interni deuterati e di una

soluzione di azobenzene (standard di processo); aggiungere un disperdente e miscelare

- effettuare l'estrazione in ASE utilizzando diclorometano come solvente, anidrificare l'estratto e concentrare a piccolo volume in rotovapor
- analizzare in GC-MS in modalità SCAN o SIM a seconda delle necessità

Si noti che il controllo sulla qualità delle analisi viene realizzato in continuo monitorando la concentrazione dell'azobenzene sui campioni reali e le concentrazioni di un gruppo scelto di analiti negli OPR (campioni di terreno "Bianco" contaminato in laboratorio con una quantità nota di analiti).

Le concentrazioni riscontrate vengono di norma rappresentate su opportune carte di controllo.

Materiali e metodi per la caratterizzazione microbiologica

Sono stati effettuati campionamenti in due punti differenti ciascuno caratterizzato dalla presenza di uno o più inquinanti in concentrazioni diverse, sulla base delle analisi eseguite in precedenza su campioni derivanti dall'omogeneizzazione del materiale campionato dal piano campagna fino alla profondità di un metro.

Sono state prelevate due aliquote a profondità diverse per valutare se si possono riscontrare differenze qualitative e/o quantitative nella comunità microbica e nei contaminanti chimici.

I prelievi sono stati eseguiti nei seguenti punti:

- 1° punto (Collinetta di rifiuti)
 - a 20 cm (campione A) a 40 cm (campione B)
- 2° punto (Zona esondabile del fiume Bormida)
 - a 20 cm (campione C) a 40 cm (campione D)

I campioni di suolo sono stati introdotti in vasi di vetro, precedentemente sterilizzati, e completamente pieni per mantenere nel suolo le condizioni di umidità originarie.

Sono poi stati trasportati in un contenitore refrigerato in laboratorio dove sono stati conservati al buio ad una temperatura di 4°C fino al giorno seguente quando è stata effettuata l'analisi.

L'intera massa del campione è stata mescolata accuratamente e sono state rimosse manualmente, avendo cura di non inquinare il campione, radici e frazioni grossolane dello scheletro.

Per estrarre la flora microbica dai campioni si è proceduto come segue: sono stati prelevati 20 g di terreno per ogni campione e sono stati posti in beute contenenti 180 ml di pirofosfato di sodio.

Le beute sono state poste in Gallenkamp per 1h a 200 rpm ad una temperatura di 21°C. Questo procedimento è stato effettuato al fine di disperdere la sostanza colloidale e facilitare l'isolamento batterico.

I campioni così pretrattati, sono stati diluiti in MgSO₄.

Le diluizioni (da 10⁻¹ a 10⁻⁷) sono state piastrate in triplo su due diversi terreni generici M9 addizionato con glucosio ed LB (Terreno di coltura agonizzato).

Le piastre sono state incubate per 7gg a 28°C. La conta batterica è stata espressa in UFC/g di suolo.

Le colonie cresciute su terreno M9 ed LB che mostravano aspetti morfologici diversi per forma, colore, margine, elevazione e consistenza sono state isolate singolarmente e amplificate su 2 terreni generici TSA e PCA.

Una volta stabiliti i microrganismi da identificare si è eseguita in primo luogo una colorazione di Gram poi si è proceduto a test preliminari quali test ox, test catalasi ed infine i test biochimico-metabolici cioè le gallerie API.

Risultati dell'analisi chimica e microbiologica

Tabella 1

Campione	A	B	C	D
Unità di misura mg/Kg				
2,4-dinitrotoluene	2.5E+00	9.7E+00	<1.0E-01	<1.0E-01
2-naftilammina	1.6E-01	1.1E+00	<1.0E-01	<1.0E-01
2-naftolo	7.8E-01	4.3E+00	1.2E-01	<1.0E-01
Anilina	2.9E+00	3.5E+00	<1.0E-01	<1.0E-01
Antracene	2.0E+00	1.0E+01	<1.0E-01	<1.0E-01
Arsenico	1.8E+02	1.7E+02	2.4E+01	1.7E+01
Cromo	3.2E+02	3.4E+02	1.4E+02	2.0E+02
Ferro	3.7E+05	3.6E+05	2.8E+04	2.9E+04
Manganese	1.9E+03	1.8E+03	7.1E+02	5.5E+02
Mercurio	7.9E+00	1.7E+02	4.2E+00	2.1E+00
Piombo	4.3E+02	6.1E+00	4.6E+01	3.6E+01
Rame	7.9E+02	6.6E+02	3.5E+01	3.2E+01
Stagno	8.9E+01	7.7E+01	7.1E+00	8.5E+00
Zinco	2.6E+02	2.2E+02	7.6E+01	9.0E+01

La caratterizzazione microbiologica effettuata ha evidenziato la presenza di una discreta biomassa microbica come risulta dalle tabelle seguenti.

I dati ottenuti sono espressi in UFC/g di suolo e risultano dalla media dei conteggi delle tre piastre per ogni diluizione.

Campione	Terreno di cultura	Fattore di diluizione	UFC/g
A	LB	10 ⁻¹	N.D.
		10 ⁻²	N.D.
		10 ⁻³	N.D.
		10 ⁻⁴	1837
		10 ⁻⁵	160
	M9	10 ⁻⁶	10
		10 ⁻⁷	0
		10 ⁻¹	N.D.
		10 ⁻²	N.D.
		10 ⁻³	N.D.
		10 ⁻⁴	1387
		10 ⁻⁵	153
		10 ⁻⁶	20
	10 ⁻⁷	0	

Tabella 1

Campione	Terreno di cultura	Fattore di diluizione	UFC/g
B	LB	10 ⁻¹	N.D.
		10 ⁻²	N.D.
		10 ⁻³	1317
		10 ⁻⁴	143
		10 ⁻⁵	33
		10 ⁻⁶	0
		10 ⁻⁷	0
	M9	10 ⁻¹	N.D.
		10 ⁻²	N.D.
		10 ⁻³	1287
		10 ⁻⁴	120
		10 ⁻⁵	13
	10 ⁻⁶	0	
	10 ⁻⁷	0	

Tabella 2

Campione	Terreno di cultura	Fattore di diluizione	UFC/g
C	LB	10 ⁻¹	N.D.
		10 ⁻²	N.D.
		10 ⁻³	743
		10 ⁻⁴	143
		10 ⁻⁵	13
		10 ⁻⁶	3
		10 ⁻⁷	6
	M9	10 ⁻¹	N.D.
		10 ⁻²	N.D.
		10 ⁻³	863
		10 ⁻⁴	93
		10 ⁻⁵	3
		10 ⁻⁶	0
	10 ⁻⁷	0	

Tabella 3

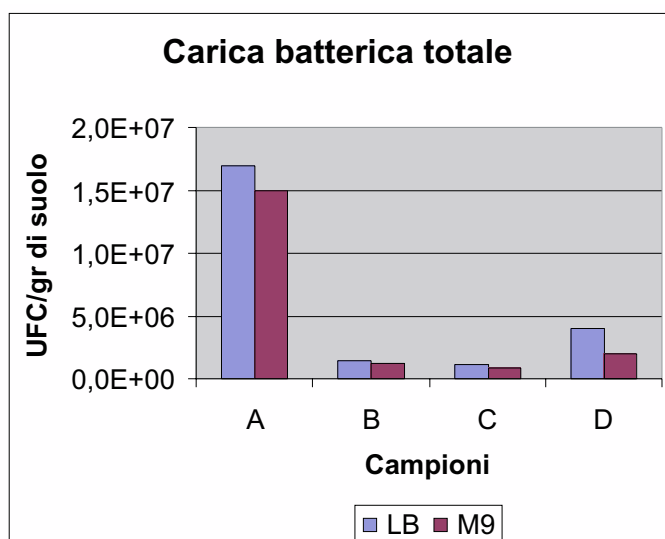
Campione	Terreno di cultura	Fattore di diluizione	UFC/g
D	LB	10 ⁻¹	N.D.
		10 ⁻²	N.D.
		10 ⁻³	1347
		10 ⁻⁴	660
		10 ⁻⁵	33
		10 ⁻⁶	0
		10 ⁻⁷	0
	M9	10 ⁻¹	N.D.
		10 ⁻²	N.D.
		10 ⁻³	1610
		10 ⁻⁴	337
		10 ⁻⁵	6
		10 ⁻⁶	33
		10 ⁻⁷	0

Tabella 4

Il grafico mostra i valori medi di crescita batterica ottenuti con i terreni non selettivi LB ed M9.

I dati ottenuti risultano dalla media dei valori di due diluizioni. I coefficienti di diluizione non sono uguali per tutti i campioni cioè per il campione A sono stati considerati i valori riferiti alle diluizioni 10⁻⁴ e 10⁻⁵ mentre per i campioni B, C e D sono stati considerati i valori riferiti alle diluizioni 10⁻³ e 10⁻⁴.

	LB	M9
A	1,7E+07	1,5E+07
B	1,4E+06	1,2E+06
C	1,1E+06	9,0E+05
D	4,0E+06	2,0E+06



Discussione

Dall'analisi microbiologica si evince che nel primo punto di campionamento (collinetta di rifiuti) la massa microbica risulta essere maggiore di quasi un ordine di grandezza rispetto a quella del secondo punto di campionamento (zona esondabile del fiume Bormida), mentre le analisi chimiche evidenziano una maggior contaminazione da sostanze organiche nel punto 1 ed una comparabile contaminazione da metalli pesanti nei due punti.

Inoltre è possibile rilevare che nel primo punto lo strato superficiale a 20 cm (campione A) presenta una carica batterica superiore allo strato più profondo 40 cm (campione B). Avendo anche osservato che in questo punto la vegetazione è molto abbondante, è possibile ipotizzare che la presenza nettamente inferiore di sostanze xenobiotiche nello strato superficiale possa essere dovuta ad una azione combinata tra l'assorbimento dei metalli da parte degli apparati radicali delle piante e la biodegradazione delle sostanze organiche da parte della massa microbica presente, che, come è noto, è maggiore in presenza di radici le quali rilasciando substrato organico aumentano la comunità microbica stessa.

Un primo tentativo di caratterizzazione microbiologica, con le tecniche attualmente a disposizione, ha permesso l'identificazione delle seguenti specie batteriche tipiche del suolo:

- Bacillus Micoides
- Pseudomonas Paucimobilis
- Flavobacterium Odorum
- Moraxella Lacunata
- Aeromonas Salmonicida Masoucida
- Pasteurella Haemolitica

Sulla base dei risultati ottenuti si ritiene opportuno approfondire lo studio iniziato, eseguendo un più elevato numero di campionamenti e distribuendoli lungo l'arco di tutto l'anno per poter valutare le oscillazioni quali/quantitative legate alle condizioni ambientali che subisce la flora microbica.

Le analisi verranno eseguite con una strumentazione più sofisticata e con tecniche più appropriate per la ricerca e lo studio di microrganismi presenti in una matrice ambientale così complessa come è, appunto, il suolo.

Ciò verrà effettuato al fine di valutare in seguito la potenzialità e l'applicabilità in sito del processo di biorisanamento basato sul potere metabolico dei batteri.

Attività di controllo e monitoraggio delle discariche biellesi

Denise Vergando, Barbara Rubin



Sul territorio provinciale di Biella sono presenti diversi impianti di smaltimento rifiuti di cui tre con maggiore rilevanza ambientale:

- ▀ la discarica di prima categoria sita nel comune di **Masserano**, che raccoglie rifiuti solidi urbani (R.S.U.) e assimilabili;
- ▀ la discarica municipale di **Biella**, adibita in passato allo smaltimento di R.S.U. e assimilabili e ora in fase di post-chiusura;
- ▀ l'impianto di smaltimento rifiuti situato nel comune di **Cavaglià** e adibito allo stoccaggio di rifiuti speciali non organici e ascritto alla tipologia di discariche di seconda categoria, tipo B.

Allo scopo di preservare la qualità dell'ambiente e la salute umana e di garantire un controllo ottimale di queste discariche il Dipartimento Arpa di Biella svolge delle attività periodiche di controllo e monitoraggio.

I principali fattori di rischio che vengono analizzati sono i seguenti:

- **rilascio di eventuali perdite di percolato** nella falda idrica sotterranea (eluato derivante dall'infiltrazione di acqua meteorica nell'ammasso di rifiuti e dalla degradazione del rifiuto stesso);
- **dispersione in atmosfera di biogas**, gas prodotto dalla biodegradazione della sostanza organica e composto essenzialmente da metano (45-65%), anidride carbonica (35-55%) e una miscela di altri composti tra cui mercaptani, idrogeno solforato, benzene, ossigeno ed azoto. Presso la discarica di Masserano è presente un sistema per il riutilizzo del biogas per la produzione di energia elettrica, tramite generatori che utilizzano come combustibile il biogas che contiene almeno il 50% in volume di metano. La miscela viene captata dalle vasche in coltivazione, mentre dalle vasche esaurite il biogas estratto, essendo a basso potere calorifico, cioè con una percentuale di metano al di sotto del 30% in volume, viene bruciato in torcia.

La dispersione incontrollata nel suolo e nell'atmosfera di biogas può invece determinare emissione di odori molesti, problematiche ambientali (inquinamento atmosferico, danni alla vegetazione per l'instaurarsi di condizioni anossiche) e anche rischi di esplosioni e deflagrazioni.

Per quanto concerne il monitoraggio delle acque sotterranee vi sono due tipi di campionamenti che vengono effettuati:

- **prelievi del percolato**, atti a caratterizzare lo stesso e quindi a verificare l'andamento della degradazione dei rifiuti stoccati;
- **campionamenti delle acque di falda**, attraverso i quali vengono analizzate le caratteristiche della falda a monte e a valle dell'impianto di smaltimento.

Per quanto riguarda il **controllo del biogas** sono stati identificati dei punti di rischio intorno alle discariche tenendo conto che la dispersione incontrollata del biogas può determinare il suo accumulo in aree confinate poste nella

	piezometri	percolati e sottoteli	Biogas	Campioni di rifiuti	Check-list
Discarica di Masserano	n. 18 piezometri una volta ogni 4 mesi	una volta ogni 4 mesi	2 volte la settimana, 28 pozzi per tre livelli		settimanale
Discarica di Cavaglià	n. 14 piezometri una volta ogni 4 mesi	una volta ogni 4 mesi	una volta al mese, 15 pozzi per un livello	al conferimento	mensile
Discarica di Biella	n. 8 piezometri una volta ogni 2 mesi	una volta ogni 2 mesi	una volta al mese, 12 pozzi per un li- vello		mensile

Frequenza e tipologia dei monitoraggi presso le tre discariche

vicinanza della discarica (pozzi o scantinati) in concentrazioni tali da creare situazioni favorevoli all'esplosione. Al fine di tenere sotto controllo le concentrazioni di biogas e rilevare eventuali situazioni di pericolo, la Provincia di Biella ha creato un sistema di rilevamento del biogas (centraline di allertamento) ad azione continua, in grado di rilevare la presenza di gas fino dalla soglia del 20% del limite inferiore di esplosività (corrispondente all'1% del volume di gas metano). Oltre al sistema di monitoraggio in continuo del biogas, il Servizio Territoriale del Dipartimento Arpa di Biella svolge, con cadenza settimanale e mensile, dei monitoraggi presso i pozzi perimetrali delle diverse discariche per rileva-

re le concentrazioni di metano, anidride carbonica e ossigeno.

La discarica di Cavaglià è l'unica discarica per rifiuti speciali presente sul territorio biellese. Per verificare che presso questo impianto siano conferiti rifiuti conformi alla tipologia autorizzata, vengono effettuati campionamenti annuali di rifiuti prelevando i campioni al momento del conferimento in discarica.

Per quanto riguarda la valutazione della corretta gestione e della funzionalità complessiva degli impianti di smaltimento, vengono compilate periodicamente delle check-list di controllo. Le componenti che vengono considerate nelle check-list sono quelle che determinano i maggiori problemi nella gestione della discarica e che

rappresentano gli aspetti di maggiore criticità: il grado di copertura quotidiana dei rifiuti con terreno o teli removibili; la presenza di odori, di cedimenti o scivolamenti dagli ammassi di rifiuti, di percolato lungo le scarpate o nel corpo della discarica; controlli sul funzionamento dei sistemi di captazione del biogas e del percolato.

Le check-list vengono compilate con cadenza settimanale per la discarica di Masserano e con cadenza mensile per Biella e Cavaglià. Nel caso di evidenti anomalie vengono tempestivamente avvertiti gli organi competenti al fine di ristabilire il corretto funzionamento dell'impianto di smaltimento.

dip.biella@arpa.piemonte.it



L'Arpa al Congresso Nazionale dei Chimici

Massimo Di Martino



Il 3 e il 4 ottobre 2002 si è tenuto a Torino l'XI Congresso Nazionale dei Dottori Chimici d'Italia organizzato dall'Ordine dei Chimici del Piemonte e della Valle d'Aosta dove sono stati trattati i seguenti temi: la riforma della scuola e delle professioni, l'evoluzione nel mondo dell'industria e della sanità, ambiente e sicurezza.

Il Laboratorio Strumentale Qualità dell'Aria ed Emissioni dell'ARPA di Torino ha partecipato al Congresso, relativo al tema dell'Ambiente e Sanità, presentando un Poster intitolato "Campionamento, analisi ed evoluzione del particolato totale ed inalabile (PM10)".

LE ARGOMENTAZIONI TRATTATE

L'atmosfera che ci circonda non è costituita solamente da una miscela di gas, ma contiene un numero molto elevato di particelle di dimensioni variabili: il particolato atmosferico.

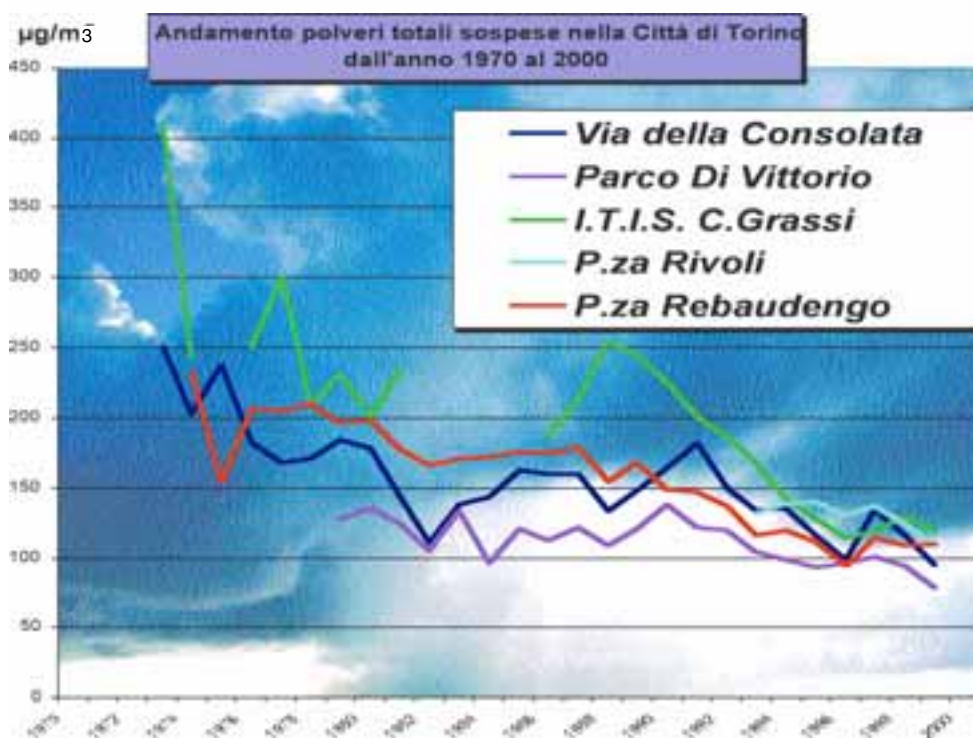
Le aree urbane manifestano i maggiori problemi di inquinamento da particolato atmosferico a causa dell'enorme quantità di sorgenti dirette (**fonti naturali**: vulcani, erosione del suolo, solfati e nitrati di origine varia, carbonio elementare oppure legato con idrogeno proveniente prevalentemente dalle combustioni dei combustibili fossili, ecc...; **fonti antropiche**: riscaldamento domestico a carbone, centrali termiche, traffico veicolare, usura pneumatici e freni, inceneritori industriali, ecc...) e indirette, queste ultime dettate dal fatto che una frazione del particolato deriva da reazioni

che generano particelle organiche, in genere ottenute per ossidazione in atmosfera di sostanze organiche volatili (SOV). Molte di esse, che portano alla formazione di materiale particolato organico partendo da reagenti di origine gassosa (precursori: SO_2 , NO_x , composti organici volatili), sono di natura FOTOCHEMICA.

Sebbene esistano un certo numero di metodi alternativi per la misurazione della concentrazione delle polveri nell'aria, il Dipartimento di Torino ha adottato il metodo gravimetrico, il quale risponde a pieno alle disposizioni prescritte dalla normativa vigente: le polveri vengono misurate mediante la loro raccolta su un supporto filtrante facendolo attraversare da un volume noto di aria e determinando il suo aumento di peso dovuto al depositarsi del particolato stesso.

Il sistema di campionamento è costituito da una testa di prelievo, dal sistema di accumulo e dal sistema di misura; nel Poster è stato illustrato un grafico rappresentativo degli ultimi trent'anni (1970-2000) del particolato totale campionato nelle stazioni di rilevamento atmosferico site nella città di Torino, dove è stata visualizzata una sua sostanziale diminuzione dovuta sia al rinnovo parco veicolare, sia alle migliori tecnologie adottate nel campo industriale e soprattutto nel riscaldamento domestico.

Oggi il problema è il particolato fine inalabile. La dimensione delle particelle aerodisperse determina la profondità di penetrazione delle stesse nell'apparato respiratorio; vista allora la grande variabilità delle di-



mensioni delle particelle in sospensione, questa viene definita facendo uso del *diametro aerodinamico*: con tale termine si identifica il diametro di una particella sferica avente comportamento uguale a quello della particella in esame (rispetto al moto in un mezzo gassoso). Per indicare il diametro aerodinamico, spesso si utilizza il termine PM (particulate matter: materiale particolato) seguito da un valore in mm (micrometri μ millesimi di millimetro).

Così con PM10 si identificano tutte quelle particelle aventi diametro aerodinamico uguale o inferiore a 10 mm: dal punto di vista della granulometria, le particelle al di sotto dei 10 mm sono risultate essere quelle più dannose per la salute dell'uomo e allo stesso tempo sono quelle che maggiormente interessano i processi di adsorbimento e di trasformazione di inquinanti gassosi ed i fenomeni di trasporto a grande distanza.

Per la separazione granulometrica esistono i cosiddetti impattatori, basati sul principio di inerzia: le particelle presenti nell'aria quando vengono sottoposte a un repentino cambiamento di direzione seguono una traiettoria differente da quella avuta dalle molecole che compongono l'aria stessa.

I limiti posti oggi giorno alle concentrazioni di polveri sottili sono precauzionali, in quanto per la vasta complessità del fenomeno, non si conoscono esattamente e completamente gli effetti sulla salute, anche se il materiale particellare merita particolare attenzione in quanto funge da adsorbente, da catalizzatore e dunque da veicolo di trasporto di contaminanti aerodispersi all'interno dell'organismo umano.

È stato infatti dimostrato che le diverse frazioni granulometriche, generate con meccanismi chimico-fisici differenti, si distribuiscono nell'apparato respiratorio a diversi livelli a seconda delle dimensioni, mentre quelle più fini raggiungono addirittura gli alveoli polmonari, a diretto contatto con il circolo ematico. I composti organici presenti nel particolato appartengono a un numero molto elevato di classi: alcani, alcheni, policiclici aromatici, aldeidi, nitrocomposti, ecc.

Gli IPA sono il prodotto di processi pirolitici, specialmente derivanti da combustioni incomplete, insieme ai loro derivati chimici sono associati alle emissioni diesel; gli idrocarburi policiclici aromatici sono liposolubili, pertanto risultano estremamente pericolosi perché in grado di attraversare le membrane cellulari e depositarsi nei tessuti adiposi. Ad opera poi degli enzimi, si verifica la biotrasformazione di un IPA in un composto chimico detto epossido, quest'ultimo in grado di formare con il DNA addotti che non sono poi riparabili da parte della cellula: alcuni tra i più comuni IPA tra i quali il benzo-a-pirene (BaP) sono classificati dalla IARC (Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro) come possibili o probabili cancerogeni per l'uomo.

Dall'anno 2000 anche il Laboratorio di Qualità dell'Aria di Torino effettua analisi di IPA sui filtri

del particolato fine (PM10): la frazione inalabile viene raccolta su membrana in fibra di vetro e successivamente sottoposta ad estrazione con cicloesano; sull'estratto gli IPA vengono quantificati tramite una metodologia che utilizza la cromatografia liquida a elevate prestazioni (HPLC) con rivelatore a fluorescenza: le massime concentrazioni dei policiclici aromatici sono rilevabili nei mesi invernali.

Sulla base di numerose indagini epidemiologiche si è potuto constatare che esiste una correlazione tra l'aumento di incidenza dei tumori e diverse patologie legate all'inquinamento atmosferico da particolato fine: in particolare gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono tra i principali microinquinanti aerodispersi trasportati dal materiale particellare all'interno dell'organismo.

Da studi compiuti negli ultimi tempi, si è anche osservato che le particelle con diametro inferiore ai 10 mm, in particolare quelle da 0.1 mm, rappresentano la frazione maggiormente pericolosa per la salute: infatti mentre il particolato avente diametro superiore a 10 mm permane in atmosfera da una a poche

ore perché le particelle tendono a depositarsi per sedimentazione gravitazionale, il particolato intorno o inferiore a 1mm può rimanere sospeso in atmosfera per giorni od intere settimane, in quanto presenta delle velocità di sedimentazione assolutamente trascurabili: pertanto, soprattutto a livello sanitario, queste ultime particelle sono quelle che rivestono particolare importanza da un punto di vista atmosferico in quanto, avendo un tempo di permanenza in aria sufficientemente lungo, possono essere trasportate dai venti anche a notevole distanza.

POLLINI E SPORE: TESTIMONI VEGETALI DA MONITORARE

Maria Rita Cesare



I POLLINI

I pollini, elementi riproduttivi del ciclo vitale delle piante a semi, sono i gametofiti maschili cui è affidato il compito di fecondare gli ovuli delle piante superiori.

I pollini diffusi in atmosfera riflettono la flora delle aree geografiche circostanti il luogo in studio e sono perlopiù l'espressione delle piante ad impollinazione anemofila, cioè quelle che liberando quantità notevoli di polline durante il periodo di fioritura affidano al trasporto del vento la fecondazione e la propagazione della specie.

I granuli pollinici hanno dimensioni microscopiche, da un minimo di 10µm (polline di Urticaceae) ad un massimo di 200µm (polline di Pinaceae) e a differenza delle altre cellule vegetali possiedono due pareti: l'esterna esina e la più interna intina.

L'esina è una struttura estremamente resistente che garantisce nel tempo la sopravvivenza dei granuli: essa presenta una superficie esterna molto elaborata con sculture, disegni, ornamentazioni e aperture.

La forma del granulo, la forma e il numero delle aperture, le ornamentazioni sono specie-specifici: il granulo pollinico è quindi un elemento diagnostico e dalla sua morfologia si può risalire alla famiglia, al genere o addirittura alla specie che lo ha prodotto.

Il polline, fuoriuscito dalle antere e liberato in atmosfera, acquista la sua attività biologica solo dopo l'idratazione cioè quando incontra lo stigma di un fiore, l'acqua nell'atmosfera o nel suolo, oppure quando purtroppo raggiunge le mucose delle vie aeree.

Nel caso di contatto con le mucose i granuli pollinici possono scatenare una reazione allergica se il polline è allergenico e l'individuo sensibile.

I pollini per essere allergenici devono possedere le seguenti caratteristiche:

- avere, sulle proprie pareti, proteine che inducano reazione allergica in persone sensibili;
- possedere caratteristiche aerodinamiche che ne facilitino il trasporto;
- essere presenti in atmosfera in concentrazione sufficiente a provocare una reazione allergica al momento dell'inhalazione.

LE SPORE FUNGINE

Le spore fungine sono complesse strutture biologiche composte di enzimi, glicoproteine (alcune delle quali ad attività allergenica), lipidi: rappresentano gli elementi deputati alla riproduzione e alla propagazione ed assolvono il compito di mantenere e diffondere la specie a cui appartengono.

L'interesse per la componente fungina aerodiffusa è attualmente in aumento per la sua ricaduta nel campo delle patologie allergiche e nel settore della fitopatologia: le spore sono altamente adattate alla sopravvivenza e si disperdono nell'aria in base alle loro caratteristiche morfologiche, di carica elettrica e di densità.

Le spore vengono liberate in notevole quantità e possono essere trasportate dal vento per lungo tempo e a notevole distan-



Granuli pollinici di *Artemisia*



Granulo pollinico di *Acacia*



Granulo pollinico di *Pinus*



Granuli pollinici di *Ulmus* (a sinistra) e di *Populus* (a destra)



Alternaria (propagulo fungino)



Campionatore volumetrico tipo Hirst (spore-trap)



Rete piemontese di monitoraggio pollini e spore aerodispersi anno 2002

Fotografie (microscopio ottico – vari ingrandimenti) di pollini freschi raccolti con un campionatore volumetrico tipo Hirst, colorazione con fucsina basica; a cura di S. Caddeo, M.R. Cesare, D. Nardin, L. Seta

za, successivamente sedimentano al suolo in ambienti aperti o al chiuso e possono germinare in presenza di condizioni adatte, soprattutto in ambienti umidi e con scarsa ventilazione.

In campo agronomico attraverso lo studio delle spore presenti in atmosfera è possibile individuare indicatori della comparsa di specifiche malattie e realizzare interventi mirati, riducendo così l'impiego di fungicidi.

IL MONITORAGGIO DEI POLLINI E DELLE SPORE

Il monitoraggio dei pollini e delle spore fungine è il campionamento del particolato aerobiologico presente nell'atmosfera in un determinato territorio. L'aerobiologia è la scienza che si occupa, in modo complementare alle ricerche chimiche e fisiche, delle problematiche dell'inquinamento atmosferico: l'aria degli spazi confinati e degli spazi aperti contiene in sospensione particelle di varia origine, forma e dimensione, che costituiscono l'aerosol atmosferico.

L'aerobiologia ha diversi campi di applicazione: quello principale è lo studio dell'inquinamento da agenti biologici aerodispersi (batteri, pollini, spore fungine, virus, acari) in relazione anche ai loro effetti sull'ambiente (piante, animali, uomo e opere d'arte).

Il contributo che l'aerobiologia può dare con il monitoraggio in continuo dei pollini e dei propaguli fungini non è limitato soltanto al campo della medicina, e in particolare all'allergologia, ma

si estende anche ad altri settori quali l'agricoltura, la fitopatologia, la conservazione dei beni culturali nonché allo studio della biodiversità, del clima e dell'inquinamento atmosferico.

Il metodo volumetrico, utilizzato dalla rete di monitoraggio Arpa, si basa sulla possibilità di catturare particelle disperse sfruttando l'impatto per depressione: l'apparecchio utilizzato è uno spore-trap che tramite una pompa ad alimentazione elettrica, crea un vuoto nel proprio interno e consente la suzione di un volume noto d'aria attraverso una fenditura di dimensioni conosciute.

L'aria viene diretta su una superficie opportunamente trattata (un nastro di materiale plastico reso adesivo da uno strato di fluido al silicone) sulla quale le particelle catturate terminano la loro traiettoria depositandosi per impatto.

La superficie di campionamento viene successivamente esaminata al microscopio ottico per l'identificazione ed il conteggio delle particelle monitorate: la presenza del particolato aerodiffuso viene valutata come numero totale di pollini rilevato quotidianamente e per suddivisione in famiglie e generi.

Con questi dati si viene a conoscenza del numero esatto di granuli pollinici presenti in un volume noto d'aria e seguendo l'andamento della presenza dei pollini, osservando la data d'inizio della pollinazione e la durata della fioritura si può costruire un calendario pollinico.

Le variazioni annuali dell'inizio pollinazione, della durata e del termine della fioritura dipendono dalle variazioni climatiche stagionali, il contenuto di polline in atmosfera varia con le condizioni meteorologiche del giorno: la pioggia tende ad abbatte la presenza in atmosfera, il vento ne facilita la liberazione e il trasporto permettendone la diffusione.

Il metodo di monitoraggio delle rete Arpa prevede, per quanto possibile, anche il riconoscimento diretto della componente fungina sui vetrini dello spore-trap.

Il monitoraggio continuo delle componenti fungine, permette, come per i pollini, di individuare i picchi di concentrazione e la variazione della carica globale settimanale.

Il monitoraggio di spore fungine è momentaneamente limitato a due entità con responsabilità eziologia nell'allergopatia respiratoria: *Alternaria* e *Cladosporium*, ma sarà ampliato ad altri generi di interesse agronomico dotati di spore riconoscibili su vetrino.

Le future applicazioni pratiche del monitoraggio fungino potrebbero dunque riguardare le previsioni di alcune fitopatie vegetali, la resistenza ai fungicidi e la valutazione dell'impatto ambientale di mezzi di lotta biologici.

LA RETE PIEMONTESE DI MONITORAGGIO

La rete regionale di monitoraggio dei pollini e delle spore fungine gestita da ARPA è costituita attualmente da 6 stazioni localizzate alcune in aree urbane in corrispondenza di luoghi densamente popolati, dove l'incidenza delle pollinosi è in costante aumento (Torino, Novara, Cuneo, Tortona), altre in luoghi caratteristici per motivi geografici e climatici (Bardonecchia, Omegna).

La gestione di tutte le stazioni di rilevamento (tranne Torino, gestita dal Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università) è affidata ai Dipartimenti Provinciali coordinati dall'Area di Epidemiologia Ambientale.

Biologi e tecnici, opportunamente addestrati, garantiscono che la preparazione dei campioni e la relativa lettura al microscopio ottico siano eseguite secondo criteri di qualità, nel rispetto di procedure standardizzate e seguendo un calendario prestabilito.

La diffusione dei dati raccolti è affidata in alcuni casi ai singoli Dipartimenti attraverso la divulgazione di un bollettino provinciale settimanale su giornali locali, a livello regionale si prevede di diffondere un bollettino settimanale per tutto l'arco dell'anno sul sito Arpa e per posta elettronica agli utenti interessati.

Si pubblicheranno settimanalmente informazioni relative alle diverse famiglie monitorate: verranno riportate le concentrazioni polliniche e di spore fungine rilevate in ogni stazione e le previsioni, a livello regionale, per la settimana successiva.

In seguito, parallelamente alla prosecuzione del monitoraggio aerobiologico, alcuni Dipartimenti potranno specializzarsi nell'utilizzo dei pollini come bioindicatori sia per la qualità dell'aria che per la paleoecologia e la stima della biodiversità delle specie vegetali.

Inoltre, dove necessario, al fine di ampliare le conoscenze aerobiologiche generali sarà possibile aumentare i punti di monitoraggio allestendo stazioni di rilevamento anche in zone rurali o agrarie, tramite l'utilizzo di catturatori alternativi ai tradizionali spore-traps che prevedono difficoltà di gestione a causa della necessità di strutture attrezzate di supporto.

Lo studio della componente aerodispersa di zone agricole e di zone in cui la vegetazione spontanea rappresenta la componente dominante viene spesso attuato mediante l'ausilio di stazioni mobili o tramite l'utilizzo di trappole alternative: naturali come cuscinetti muscinali, licheni, strati superficiali di suolo o artificiali come spugne, vetrini e filtri.

Queste trappole potranno essere posizionate, secondo necessità, in luoghi e per tempi di volta in volta definiti e l'estrazione del polline da tali substrati permetterà la realizzazione di mappe palinologiche delle aree di interesse.

epidemiologia@arpa.piemonte.it

GLOSSARIO

SOV	Sostanze organiche volatili
PM	Particulate matter - materiale articolato
IARC	Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro
ADR	Average dangerous road (Autotrasporto di merci pericolose)
IFF	Indice di Funzionalità Fluviale
U.T.	Unità Tossicologica
SBS	"Sick Building Syndrome"
IGCM	Indice globale di contaminazione microbica
ICM	Indice di contaminazione da batteri mesofili
IA	Indice di amplificazione
GAMETOFITI	Organismo vegetale apolide, che si sviluppa da una spora ed è in grado di produrre i gameti
GAMETE	Ciascuna delle cellule sessuali maschili o femminili che, negli animali e nelle piante, si fondono durante il processo di riproduzione sessuata formando un'unica cellula che, moltiplicandosi, costituirà un nuovo individuo



L'ARPA PIEMONTE PROMUOVE IL CONVEGNO

STRUMENTI TECNICI E BIOLOGICI PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE. LICHENI COME BIOSENSORI

Torino, 3 e 4 Aprile 2003

Centro Incontri

Corso Stati Uniti 23, Torino

- 1° Simposio ➡ *Reti di monitoraggio ambientale*
- 2° Simposio ➡ *Interpretazione dati di biodiversità lichenica*
- 3° Simposio ➡ *Bioaccumulo licheni: standardizzazione delle metodiche*

Comitato Scientifico

Rosanna Piervittori – Università di Torino
Stefano Loppi – Università di Siena

Angelo Morsi – ARPA Piemonte
Mauro Tretiach – Università di Trieste

Organizzazione

Dott.ssa Deborah Isocrone
Dipartimento di Biologia Vegetale
Università di Torino
viale Mattioli, 25 - 10125 Torino
Fax: 011 6707459
e-mail: deborah.isocrone@unito.it

Dott.ssa Bona Griselli
ARPA Piemonte, Dipartimento di Ivrea
via Jervis, 30 - 10015 Ivrea
Fax: 0125 6453584
e-mail: b.griselli@arpa.piemonte.it

Il programma e la scheda di iscrizione sono disponibili sul sito www.arpa.piemonte.it