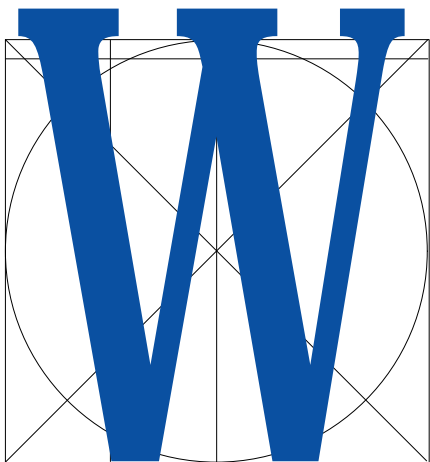




Fondazione Lombardia per l'Ambiente

CHI RICERCA TROVA

*Le borse di formazione
della Fondazione
Lombardia per l'Ambiente*



Workshop 2000

Chi ricerca trova

Le borse di formazione
della Fondazione
Lombardia per l'Ambiente

Workshop 2000

Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Piazza Diaz 7 – 20123 Milano

tel. +39(2)806161.1

fax +39(2)806161.80

flanel@flanel.org

www.flanel.org

Consiglio di Amministrazione

Presidente. Giovanni Bottari

Vicepresidente. Achille Cutrera

Consiglieri. Paolo Colombani, Adriano De Maio, Massimo Donati, Clemente Galbiati,
Paolo Mantegazza, Roberto Schmid

Coordinatore scientifico. Antonio Ballarin Denti

Settore Formazione. G. Matteo Crovetto, Alessandra Reposi

Coordinamento editoriale. Rosa Maria Panattoni

Revisione e impaginazione. Laura Bonini

Indice

Vengono elencati, in ordine alfabetico, i nomi dei titolari delle borse di studio assegnate negli anni 1998 e 1999. Si riporta inoltre il nome del tutor e il titolo della ricerca.

BORSE DI STUDIO PER NEOLAUREATI

Gabriele Borsani

Tutor: Dr. Guido Premazzi

con la collaborazione del Prof. Giuseppe Chiaudani

Evoluzione trofica dei maggiori laghi lombardi e modelli di previsione del loro comportamento in funzione degli obiettivi dei piani di risanamento _____

10

Diego Copetti (già Laura Galli)

Tutor: Dr. Romano Pagnotta

Tendenze evolutive della qualità degli ambienti lacustri lombardi _____

12

Patrizia Di Gennaro

Tutor: Prof. Giuseppina Bestetti

Ottenimento di ceppi microbici per il biorisanamento di siti contaminati da idrocarburi aromatici __

14

Paolo Frattini (già Stefano Quattrini)

Tutor: Dr. Massimo Ceriani

Prof. Giovanni Crosta

Valutazione della pericolosità idrogeologica sulle conoidi _____

16

Lorenzo Gamba

Tutor: Prof. Bruno Marcandalli

Trattamento di reflui di tinto-stamperie: sviluppo di un processo fotochimico di ossidazione avanzata _____

18

Lucia Giancola

Tutor: Prof. Alberto Majocchi

Analisi economica del rischio idrogeologico _____

20

Cristina Giarei

Tutor: Prof. Alfredo Provini

Il ruolo delle deposizioni atmosferiche nella circolazione dei microinquinanti organici _____

22

Emilio Padoa Schioppa

Tutor: Prof. Vittorio Ingegnoli

Criteri metodologici e applicativi per la rinaturalizzazione dei siti ad alta criticità ambientale, con particolare riferimento al settore "Chiaravalle" nel Parco Regionale "Agricolo Sud Milano" _____

24

Alberto Rivetta
Tutor: Prof. Maurizio Cocucci
Parametri biochimici e fisiologici come bioindicatori di inquinamento _____ 26

Cinzia Anna Maria Salvino
Tutor: Dr. Anita Colombo
Indicatori biologici per la valutazione di inquinanti nei sedimenti del Lago Maggiore _____ 28

BORSE DI STUDIO PER RICERCHE APPLICATE

Chiara Olgati
Tutor: Arch. Silvia Zanardini
Prof. Gianni Scudo
Vincoli non-energetici alla diffusione di tecnologie da fonte rinnovabile integrate all'ambiente costruito _____ 32

Sabrina Saponaro
Tutor: Prof. Roberto Canziani
Applicabilità del biorisanamento nelle bonifiche: tecnologie e analisi costi-prestazioni _____ 34

Barbara Scaglia
Tutor: Prof. Pier Luigi Genevini
Arch. Massimiliana Marazzini
Parametri di qualità per validare la scelta della pratica del compostaggio _____ 36

BORSE DI STUDIO PER L'ESTERO

Annarita Baldan
Tutor: Dr. Theo Hafkenschaid
Lavoro di standardizzazione, legato alle attività del CEN, per lo sviluppo di standard di calibrazione e di un metodo di riferimento per la misura dei COV, in particolare per il benzene in vista dell'imminente direttiva europea _____ 40

Paola Grasso
Tutor: Dr. Mark Clook
Dr. Donald Griffin
Dr. Roberto Fanelli
Valutazione del rischio per l'ambiente e regolamentazione dei pesticidi a livello europeo: un'esperienza da valorizzare _____ 42

Michela Pacini
Tutor: Dr. Ludwich Bettens
La prevenzione dell'inquinamento nell'industria tessile europea e gli strumenti comunitari di finanziamento per la ricerca _____ 44

Presentazione

***L**a Fondazione Lombardia per l'Ambiente ha assegnato, a partire dall'anno 1994, settanta borse di formazione destinate a giovani laureati presso Università ed Enti di ricerca lombardi. A partire dal 1998 sono state istituite anche borse per l'estero.*

Gli argomenti affrontati dalle ricerche oggetto delle borse spaziano su molteplici tematiche ambientali e tentano, laddove è possibile, di proporre soluzioni ai diversi problemi che tali tematiche pongono.

In particolare, le principali tematiche affrontate riguardano:

- aspetti economici, giuridici e gestionali dei problemi ambientali;*
- valutazione, gestione e risanamento delle acque;*
- valutazione di sistemi naturali;*
- modelli e tecnologie nella prevenzione e nel trattamento dei rifiuti;*
- effetti dell'inquinamento sulla salute degli esseri viventi;*
- utilizzo di tecnologie alternative a minor impatto ambientale.*

Le relazioni sono esposte in ordine alfabetico come indicato nell'indice.

Borse di studio per neolaureati

Evoluzione trofica dei maggiori laghi lombardi e modelli di previsione del loro comportamento in funzione degli obiettivi dei piani di risanamento

Gabriele Borsani

*Tutor: Dr. Guido Premazzi
con la collaborazione del Prof. Giuseppe Chiaudani*

*Commissione Europea
Direzione Generale Centro Comune di Ricerca (CCR)
Istituto per l'Ambiente
Via Enrico Fermi 1
21027 Ispra (VA)*

*Università degli Studi di Milano
Dipartimento di Biologia
Via Celoria 26
20133 Milano*

La ricerca, condotta presso l'Istituto per l'Ambiente del CCR di Ispra, in collaborazione con il Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Milano, ha come oggetto lo studio dei maggiori laghi lombardi: Maggiore, Como, Iseo e Garda.

La salvaguardia e la conservazione delle acque dei grandi laghi subalpini sono obiettivi di primaria importanza perché finalizzati non solo alla protezione della vita acquatica e al miglioramento dell'uso ricreativo e turistico, ma anche alla costituzione di riserve idriche indenni e potenzialmente destinate al consumo umano.

La presente ricerca ha come oggetto lo studio dei maggiori laghi lombardi, Maggiore, Como, Iseo e Garda, e ha lo scopo di:

- delinearne l'evoluzione trofica degli ultimi vent'anni;
- verificarne lo stato trofico attuale;
- prevederne l'evoluzione in funzione del progressivo raggiungimento degli obiettivi previsti dal Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA).

La ricerca si è articolata in una fase conoscitiva per la raccolta dei dati pregressi, in una fase sperimentale per la raccolta di nuovi dati (campagne semestrali di monitoraggio) e in una fase elaborativa, con l'inquadramento dei dati in uno schema modellistico (modelli EVOLA).

Il Lago Maggiore presenta condizioni ottimali di ossigenazione sull'intera colonna d'acqua. I valori medi di fosforo totale nel mixolimnio, $7 \mu\text{g l}^{-1}$ in primavera e $9 \mu\text{g l}^{-1}$ alla fine dell'estate, sono tipici di ambienti oligotrofi e testimoniano il buono stato del lago. A partire dal 1975 si è assistito dapprima a un aumento della concentrazione media di fosforo totale, che ha raggiunto il massimo all'inizio degli anni Ottanta, quindi a una progressiva diminuzione che si è protratta fino al 1995, mentre negli ultimi 4 anni i valori sono rimasti sostanzialmente invariati. Le previsioni modellistiche confermano questa tendenza, indicando per il Verbano una condizione di stabile oligotrofia. Gli obiettivi finali previsti dal PRRA, individuati in una concentrazione media di P totale di $10 \mu\text{g l}^{-1}$ e in un carico di fosforo pari a 282 t anno^{-1} , possono considerarsi raggiunti.

Per il lago di Como le condizioni idrodinamiche determinano situazioni differenti nel ramo comasco, maggiormente compromesso, e nell'asse Colico-Lecco, prossimo agli obiettivi del PRRA. I valori medi di fosforo totale misurati alla circolazione di fine inverno 1999 riflettono il maggior grado di trofia del ramo comasco ($36 \mu\text{g P l}^{-1}$, mesoeutrofo) rispetto a quello osservato lungo l'asse Colico-Lecco ($26 \mu\text{g P l}^{-1}$, mesotrofo). L'evoluzione trofica degli ultimi vent'anni evidenzia comunque un relativo e progressivo miglioramento delle condizioni trofiche del Lario nel suo complesso. Le previsioni modellistiche indicano una concentrazione di P totale all'equilibrio pari a circa $16 \mu\text{g l}^{-1}$, raggiungibile in circa 15-20 anni. Tale concentrazione dovrebbe essere assunta come un ragionevole obiettivo finale del risanamento del Lario poiché, sulla scorta delle indagini effettuate, ben difficilmente si potrà scendere al di sotto di un carico di 250 tP anno^{-1} . L'obiettivo finale previsto dal PRRA ($9,4 \mu\text{g l}^{-1}$, 144 tP anno^{-1}) dovrà pertanto essere rivisto.

Il lago d'Iseo segnala preoccupanti condizioni di deterioramento, con valori di ossigeno disciolto prossimi allo zero ed elevate concentrazioni di ammoniaca e di idrogeno solforato oltre i 200 m di profondità. Le concentrazioni di fosforo totale nel mixolimnio alla fine dell'inverno sono risultate pari a $43 \mu\text{g l}^{-1}$, collocando il Sebino tra i laghi eutrofi. Inoltre, le elevate concentrazioni di fosfato presenti nelle acque profonde potrebbero ulteriormente peggiorare la situazione, qualora si verificasse una completa circolazione delle acque, portando il lago in condizioni vicine all'ipertrofia. Le previsioni modellistiche evidenziano per il Sebino il raggiungimento di una concentrazione di P totale all'equilibrio pari a $16-18 \mu\text{g l}^{-1}$ nel mixolimnio in 5-10 anni, corrispondente a un carico esterno di 72 tP anno^{-1} . Questo carico dovrebbe essere assunto come un ragionevole obiettivo finale per il Sebino, in considerazione anche dell'ampia superficie del bacino imbrifero del lago. Sulla scorta delle indagini effettuate, l'obiettivo finale previsto dal PRRA ($11,5 \mu\text{g l}^{-1}$, 65 tP anno^{-1}) dovrà essere rivisto.

Lo stato attuale del lago di Garda può essere definito di oligomesotrofia, con un valore medio di P totale di circa $19 \mu\text{g l}^{-1}$. La completa circolazione avvenuta alla fine dell'inverno 1998-99 ha determinato un aumento dei valori di fosforo totale in epilimnio rispetto agli anni precedenti. Le condizioni generali del lago sono comunque più che soddisfacenti, con elevate concentrazioni di ossigeno disciolto anche in prossimità del fondo, elevata trasparenza delle acque e basse concentrazioni di clorofilla. Negli ultimi vent'anni si è assistito a un aumento progressivo del grado di trofia del Garda, anche se va sottolineato che i dati degli ultimi 4 anni sono sostanzialmente stabili, con lievi oscillazioni dei valori medi di P totale nell'intervallo $15-20 \mu\text{g l}^{-1}$. Le previsioni modellistiche indicano che con un carico esterno di circa 125 tP anno^{-1} si otterrebbe, in 5-10 anni, una concentrazione compresa tra $10,5$ e $11,5 \mu\text{g l}^{-1}$. Tale concentrazione dovrebbe essere assunta come il più ragionevole obiettivo finale del Benaco, come peraltro previsto dal PRRA (119 tP anno^{-1} , $10,5 \mu\text{g l}^{-1}$).

Tra i laghi studiati, il Lago Maggiore presenta le migliori condizioni di ossigenazione, mentre il lago d'Iseo segnala condizioni preoccupanti di deterioramento.

Tendenze evolutive della qualità degli ambienti lacustri lombardi

Diego Copetti
(già Laura Galli)

Tutor: Dr. Romano Pagnotta

CNR

Istituto di Ricerca Sulle Acque

Reparto Sperimentale di Idrobiologia Applicata

Via della Mornera 25

20047 Brugherio (MI)

La legge 152/99 ha sostituito la precedente legge 319/76 sulla tutela delle acque. Nella legge 152/99 il limite di censibilità degli ambienti lacustri è stato spostato da 0,2 a 0,5 km². In Lombardia sono stati censiti 50 ambienti appartenenti alla prima categoria e 41 appartenenti alla seconda.

I risultati analitici di 54 laghi campionati contemporaneamente nel 1999 sono stati validati mediante un'intercalibrazione tra i diversi laboratori che hanno effettuato le misure.

In questa ricerca è stato sviluppato un database sulla qualità dei laghi lombardi contenente informazioni sulla morfometria degli ambienti lacustri, sulla qualità delle acque e sull'antropizzazione del bacino imbrifero.

Tenendo conto di quanto previsto dalle normative nazionali in tema di tutela delle acque (legge 319/76, legge 152/99) e degli obiettivi scientifici del progetto sono stati presi in considerazione tutti gli ambienti di superficie maggiore o uguale a 0,2 km² e quelli interessanti per la loro peculiarità chimica, fisica, paesaggistica ecc. In base a questi criteri sono stati selezionati 67 ambienti lacustri situati in gran parte nella porzione alpina e subalpina della regione.

Le informazioni contenute nel database provengono da fonti diverse. Nella prima fase del progetto sono state consultate le principali biblioteche specializzate nel settore ecologico e idrobiologico. La raccolta dei riferimenti bibliografici è stata completata contattando direttamente 42 ricercatori italiani impegnati in ricerche limnologiche. In questo modo è stato possibile selezionare circa 1200 riferimenti bibliografici e archiviare, al Reparto IRSA di Brugherio, più di 800 pubblicazioni. Un'altra sorgente di dati proviene dagli Enti preposti al monitoraggio ambientale (ASL e PMIP) e da alcuni laboratori privati. Nel database dei laghi lombardi sono inoltre confluiti una parte dei dati contenuti nel database dell'Istituto Italiano di Idrobiologia e i dati contenuti nell'archivio del Reparto IRSA di Brugherio. Durante l'anno 1999 è stata inoltre condotta una campagna di campionamento che, per la prima volta, ha permesso di raccogliere contemporaneamente dati di qualità riguardanti 54 laghi della regione Lombardia. Questi campionamenti sono stati svolti da diversi Enti e Istituti di Ricerca: Istituto Italiano di Idrobiologia di Pallanza, Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Milano, Istituto di Ricerca Sulle Acque di Brugherio, Laboratorio Studi Ambientali di Bellinzona, PMIP di Oggiono, Sondrio e Como, ASL di Lecco.

Nel settembre 1998 le strutture coinvolte nella campagna di campionamento hanno partecipato a un'intercalibrazione svolta su aliquote del medesimo campione di acque del lago di Como. Gli esiti di questa intercalibrazione sono risultati molto buoni, conferendo, in questo modo, un'elevata qualità alle misurazioni effettuate.

Le informazioni raccolte sono state archiviate in un database relazionale, utilizzando Microsoft Access. Le tabelle principali che costituiscono il database sono: identificazione lago, condizioni di campionamento, dati di qualità, morfometria, antropizzazione. Queste tabelle sono legate, attraverso relazioni, a tabelle secondarie che associano i codici alle informazioni di supporto: riferimenti bibliografici, variabili di qualità, variabili morfometriche, variabili antropizzazione, unità di misura, metodi analitici, dati ISTAT.

Il database è stato strutturato in modo da poter essere associato alle digitalizzazioni del profilo del lago e del bacino imbrifero tracciate dall'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, per 41 laghi lombardi (identificati come sensibili dalla recente legge 152/99). In questo modo è possibile costituire un GIS (Geographic Information System) che consente di calcolare i carichi teorici dei nutrienti. Il programma utilizzato per la gestione del GIS è ArcView GIS®.

Al momento nel database sono contenuti circa 12.000 dati di qualità, riferiti in gran parte al trentennio 1970-1999; l'analisi di questi dati ha consentito di verificare uno spostamento medio della popolazione dei laghi lombardi verso una condizione di mesotrofia, con una netta diminuzione degli ambienti eutrofici. Per quanto riguarda i grandi laghi il 1999 è risultato molto interessante poiché, dopo diversi anni, molti di loro hanno circolato pienamente. Questo fenomeno, che comporta il ritorno in circolo dei composti accumulati nelle acque profonde, ha provocato il peggioramento di alcune variabili chimiche.

Per quanto riguarda i nutrienti, si può affermare che il Lago Maggiore mostra una progressiva diminuzione del fosforo totale con valori che, nel 1999, si attestano in prossimità dell'oligotrofia ($14 \mu\text{gP l}^{-1}$). Lo stesso tipo di andamento caratterizza il lago di Como ($41 \mu\text{gP l}^{-1}$) che si pone però in una condizione di eutrofia. Differente è invece la situazione del lago di Garda, passato da una condizione di oligotrofia ($9 \mu\text{gP l}^{-1}$) durante la circolazione del 1985 a una condizione attuale di mesotrofia ($31 \mu\text{gP l}^{-1}$). La situazione più preoccupante è quella dei laghi di Iseo e di Lugano. Il primo è passato da una condizione di eutrofia nel 1985 ($49 \mu\text{gP l}^{-1}$) a una condizione di ipertrofia nel 1999 ($100 \mu\text{gP l}^{-1}$), mentre il secondo, nonostante siano migliorate le condizioni dell'epilimnio, mantiene, per la tipica meromissi, concentrazioni di fosforo totale nell'ipolimnio di $226 \mu\text{gP l}^{-1}$, molto più elevate di quelle del marzo 1975 ($123 \mu\text{gP l}^{-1}$).

Il database della qualità delle acque lacustri lombarde contiene circa 12.000 dati tratti da più di 800 pubblicazioni.

La trofia dei laghi lombardi nell'ultimo trentennio si è spostata verso condizioni di qualità mediocri (mesotrofia), nonostante siano evidenti segnali positivi derivanti dalle opere di risanamento attuate di recente.

La qualità dei grandi laghi presenta situazioni di miglioramento (Maggiore e Como), ma anche preoccupanti peggioramenti (Iseo e Garda).

Ottenimento di ceppi microbici per il biorisanamento di siti contaminati da idrocarburi aromatici

Patrizia Di Gennaro

Tutor: Prof. Giuseppina Bestetti

Università degli Studi di Milano

Dipartimento di Genetica e Biologia dei Microrganismi

Via Celoria 26

20133 Milano

La ricerca ha preso in esame una popolazione microbica selezionata da un sito contaminato da nafta nel settore nordoccidentale di Milano. I campionamenti effettuati hanno permesso di isolare 23 microrganismi in grado di crescere sul solvente nafta fornito come unica fonte di carbonio e di energia.

In questi ultimi anni sono sempre più numerosi i casi di contaminazione di suoli e falde acquifere causati da sversamento di sostanze organiche inquinanti. Il biorisanamento rappresenta una buona alternativa ai metodi tradizionali di rimozione di contaminanti ambientali che, oltre a essere particolarmente costosi, non risultano essere sempre efficaci. Tramite il biorisanamento, invece, è possibile ottenere la degradazione di composti organici inquinanti a costi ridotti, avvalendosi di microrganismi indigeni o di ceppi opportunamente selezionati e introdotti successivamente nell'ambiente. L'entità e la velocità nella biodegradazione dipendono dall'interazione tra ambiente, numero e tipo di microrganismi presenti e struttura chimica dei contaminanti. Purtroppo sono poche le informazioni disponibili riguardo all'ecologia microbica del suolo e al modo in cui le diverse popolazioni di una comunità interagiscono fra loro durante la biodegradazione. Per ottenere il massimo beneficio dal biorisanamento è quindi necessario approfondire le conoscenze dei *pathway* metabolici e dei geni di operoni catabolici coinvolti nel catabolismo dei contaminanti più diffusi. In questo lavoro è stata presa in esame una popolazione microbica selezionata da un sito contaminato da solvente nafta, localizzato nel settore nord-ovest della città di Milano. A partire da campionamenti effettuati su tale suolo sono stati isolati 23 microrganismi in grado di crescere su tale solvente fornito come unica fonte di carbonio e di energia. L'identificazione ha permesso di classificare i microrganismi isolati, per lo più appartenenti al genere *Pseudomonas*, genere largamente diffuso in ambienti naturali interessati da inquinamento, grazie alla loro nota capacità di degradare un'ampia varietà di composti, tra i quali idrocarburi aromatici e loro derivati.

I microrganismi isolati sono stati saggiati per la loro capacità di degradare i singoli costituenti del solvente nafta e altri substrati aromatici considerati i principali inquinanti. Tali prove hanno permesso di individuare due gruppi di microrganismi con capacità degradative:

- un primo gruppo in grado di metabolizzare composti metil sostituiti come toluene, xileni e 1,2,4- trimetilbenzene;
- un secondo gruppo capace di degradare toluene e benzene.

Successivamente è stata condotta un'indagine molecolare, attraverso analisi Southern del DNA genomico e plasmidico mediante sonde rappresentate da geni di operoni catabolici codificanti per sistemi mono e diossigenasici

responsabili dell'ossidazione dei sostituenti metilici e dell'ossidazione diretta dell'anello aromatico. Sulla base di queste analisi è stato possibile individuare tre gruppi di microrganismi: un gruppo che include ceppi che presentano omologia con il gene *xylA_M* codificante per la xilene monoossigenasi di *P. putida* PaW1; un secondo gruppo che comprende ceppi che ibridano con la sonda *todC1C2BA* codificante per la toluene diossigenasi di *P. putida* F1; infine un gruppo di ceppi che mostra omologia sia con la xilene monoossigenasi sia con la toluene diossigenasi. Quindi in base agli esperimenti condotti è stato evidenziato che i sistemi più diffusi tra i ceppi degradanti isolati dal sito contaminato in esame sono quelli che prevedono l'ossigenazione diretta dell'anello aromatico ad opera di un sistema diossigenasico e un sistema monoossigenasico in grado di ossidare il gruppo metilico. Tra i microrganismi studiati, di particolare interesse sono risultati quelli che presentano sia geni omologhi a quelli codificanti per la xilene monoossigenasi sia per la toluene diossigenasi. Da ulteriori analisi condotte su questi ultimi è emerso che tali sistemi enzimatici sono indotti quando le cellule sono cresciute in presenza di toluene. Quindi la presenza in questi ceppi di due *pathway* degradativi indotti dallo stesso substrato sembra essere vantaggiosa per la possibilità di degradare un ampio spettro di substrati. Lo studio condotto ha evidenziato la presenza nel suolo contaminato preso in esame di una popolazione microbica estremamente versatile da un punto di vista metabolico, potenzialmente in grado di rimuovere una vasta gamma di composti inquinanti.

Lo studio condotto ha evidenziato la presenza nel suolo contaminato preso in esame di una popolazione microbica estremamente versatile da un punto di vista metabolico, potenzialmente in grado di rimuovere una vasta gamma di composti inquinanti.

Valutazione della pericolosità idrogeologica sulle conoidi

Paolo Frattini
(già Stefano Quattrini)

Tutor: Dr. Massimo Ceriani
Prof. Giovanni Crosta

Regione Lombardia
Servizio Geologico e Riassetto del Territorio
Piazza Duca d'Aosta 4
20124 Milano

Università degli Studi di Milano-Bicocca
Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie
Via Mangiagalli 34
20133 Milano

La ricerca si inserisce nel Progetto Strategico n. 5.3.1 sullo studio dei dissesti idrogeologici che il Servizio Geologico e Riassetto del Territorio della Regione Lombardia sta sviluppando in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie dell'Università di Milano-Bicocca, il CNR-CSITE di Bologna e il CNR-IRPI di Perugia.

Le conoidi detritico-alluvionali sono forme del territorio caratterizzate da diverse tipologie di flusso e derivanti da vari e complessi processi di tipo deposizionale. Le tipologie di trasporto torrentizio responsabili della formazione delle conoidi sono principalmente tre:

- colate di detrito (*debris flows*), ovvero flussi di materiali grossolani che possono percorrere grandi distanze per il contributo delle acque che fluiscono lungo i torrenti, per la presenza di irregolarità morfologiche o grazie alle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali coinvolti;
- trasporto solido, ovvero trasporto di materiale in sospensione o sul fondo (*bedload*);
- trasporto detritico torrentizio (*debris flood*), caratterizzato da un'elevata concentrazione di detriti con un moto non dovuto principalmente alla gravità, bensì al flusso idrico lungo il torrente.

Sulla base dei processi deposizionali si riconoscono tre tipi fondamentali di conoidi: le conoidi alluvionali (*streamflow fans*), caratterizzate da una prevalenza di fenomeni di trasporto solido, che danno generalmente una minore pendenza della conoide e una maggiore estensione; le conoidi detritiche (*debris flow fans*), che sono invece caratterizzate da una prevalenza di processi deposizionali associati a colate di detrito e presentano pertanto una maggiore pendenza e una minore estensione areale; le conoidi miste (*composite fans*) che comprendono sia le conoidi formate dall'alternanza dei due precedenti processi, sia quelle caratterizzate dalla prevalenza di trasporto detritico torrentizio.

Nonostante siano interessate da frequenti e intensi fenomeni pericolosi, le conoidi sono siti storicamente preferenziali di insediamento per le comunità delle aree alpine e prealpine, da cui l'importanza di valutare attentamente la loro pericolosità idrogeologica a fini di pianificazione territoriale e di protezione civile.

La ricerca è finalizzata alla definizione di una procedura complessiva di valutazione della pericolosità idrogeologica in conoide la quale si articola in

due livelli principali: il primo, a scala regionale, consiste nell'individuazione e nella delimitazione delle conoidi potenzialmente pericolose, in funzione del tipo di trasporto e dell'intensità attesa dei fenomeni; il secondo, a scala locale, consiste nella perimetrazione di aree a diversa pericolosità in funzione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrauliche delle conoidi.

Durante la ricerca sono state studiate 97 conoidi appartenenti a tre valli principali della regione Lombardia: la Valtellina, la Valcamonica e la Valchiavenna. Lo studio si è articolato nelle seguenti attività:

- raccolta e analisi di materiale bibliografico, con particolare attenzione per le metodologie di valutazione della pericolosità idrogeologica in conoide;
- raccolta dei dati storici disponibili presso gli archivi delle amministrazioni pubbliche interessate (Comuni, Comunità Montane e Regione Lombardia);
- individuazione dei parametri morfometrici delle conoidi e dei relativi bacini di drenaggio;
- analisi statistica dei suddetti parametri per la classificazione delle tipologie di trasporto prevalenti e per la previsione dell'intensità attesa dei fenomeni potenzialmente pericolosi;
- predisposizione di una metodologia generale per lo studio sul terreno delle conoidi e l'individuazione dei dati da raccogliere durante i sopralluoghi;
- creazione di un sistema informativo territoriale costituito da un database relazionale in ambiente Microsoft Access collegato a un software per la gestione dei dati territoriali (ArcView GIS®, ESRI);
- impostazione e inizializzazione di un atlante regionale delle conoidi da pubblicarsi nel corso dell'anno 2000 (Regione Lombardia, Servizio Geologico e Riassetto del Territorio).

Trattamento di reflui di tinto-stamperie: sviluppo di un processo fotochimico di ossidazione avanzata

Lorenzo Gamba

Tutor: Prof. Bruno Marcandalli

*Stazione Sperimentale per la Seta
Via Valleggio 3
22100 Como*

Il progetto si propone di mettere a punto un metodo che consenta la completa mineralizzazione degli inquinanti organici presenti nei reflui di tinto-stamperie.

L'affermazione e lo sviluppo dell'industria tessile sia in Italia sia in Europa sono stati favoriti dalla disponibilità di acqua. L'utilizzo dell'acqua per l'attività produttiva ha di conseguenza reso sempre più importanti tutti quei processi che contribuiscono a eliminare i reflui derivanti dall'attività produttiva stessa. I reflui provenienti dalle tinto-stamperie, infatti, contengono sostanze difficilmente biodegradabili e talvolta tossiche, quali coloranti e tensioattivi.

Tra i vari metodi di trattamento delle acque hanno dato buoni risultati i processi di ossidazione avanzata nei quali la reazione è indotta fotochimicamente. Nel processo ossidativo scelto in questa ricerca la reazione di ossidazione avviene per l'attivazione dell'acqua ossigenata da parte dei raggi ultravioletti emessi da una lampada a mercurio: si formano conseguentemente radicali liberi che, innescando una serie di reazioni a catena, portano alla degradazione della molecola trattata a intermedi più semplici, fino ad anidride carbonica e acqua.

I vantaggi di questo processo ossidativo sono diversi: la facile disponibilità, il costo contenuto, l'atossicità dell'acqua ossigenata (se usata a concentrazioni non eccessivamente elevate). Esiste inoltre la possibilità di riciclare il refluo depurato a uso industriale.

Il sistema di degradazione è costituito da un reattore cilindrico in vetro pyrex in cui viene posta la miscela di reazione che viene mantenuta costantemente mescolata mediante un agitatore magnetico posto sotto il reattore. Al centro del reattore si trova una lampada al mercurio a media pressione, inserita in una camicia refrigerante in quarzo che ha la funzione di evitarne il surriscaldamento.

Durante il processo, a tempi prestabiliti, è stata prelevata, mediante una siringa, una certa quantità di campione successivamente utilizzata per ulteriori analisi. In particolare, la degradazione delle molecole in esame è stata seguita con un analizzatore di carbonio organico totale (per misurare la diminuzione progressiva di carbonio organico e l'aumento di quello inorganico nel campione) e con uno spettrofotometro UV-Vis per misurare le variazioni di assorbanza. L'uso di test specifici ha permesso di controllare anche l'andamento nel tempo del consumo dell'acqua ossigenata.

Con questo metodo sono stati degradati due tensioattivi anionici, il sodio dodecilsolfato e il sodio dodecilbenzensolfonato, e il colorante Acid Red 1.

Nelle prove sono state usate lampade con diversa potenza (500 W e

1000 W) e per ogni sostanza sono state impiegate soluzioni aventi rapporti concentrazione sostanza/acqua ossigenata differenti. Per tutte le sostanze è stata ottenuta una degradazione in cui la decomposizione del carbonio organico è stata del 90% in tempi relativamente brevi. La degradazione del sodio dodecilsolfato è avvenuta dopo un tempo variabile da un minimo di 20 minuti a un massimo di 4 ore, mentre per il sodio dodecilbenzensolfonato i tempi di degradazione sono stati da un minimo di 30 minuti a un massimo di 2 ore. Buoni risultati sono stati ottenuti anche nella degradazione del colorante: dalle prove è emerso che la soluzione diventa completamente incolore in 50 minuti.

In questo lavoro sono state degradate soluzioni costituite da tensioattivo e colorante per verificare se la coesistenza delle due sostanze potesse influenzare l'andamento della degradazione. Dai dati emersi non si sono verificate differenze nei tempi della degradazione.

Da ultimo sono state compiute delle prove di degradazione dei tensioattivi in esame mantenendo un apporto continuo di acqua ossigenata; ciò è stato realizzato con una pompa peristaltica esterna posta vicino al reattore. Dai dati emersi si è osservato che la presenza di un apporto continuo di acqua ossigenata non ha procurato sostanziali aumenti di velocità nelle degradazioni a breve durata (1 ora circa), mentre ha accelerato le degradazioni di durata superiore.

Il lavoro ha dimostrato l'efficacia del trattamento di tensioattivi e coloranti con reazioni di ossidazione attivate da UV e H_2O_2 .

Analisi economica del rischio idrogeologico

Lucia Giancola

Tutor: Prof. Alberto Majocchi

Università degli Studi di Pavia

Dipartimento di Economia Pubblica e Territoriale

Corso Carlo Alberto 5

27100 Pavia

Il lavoro svolto nei due anni di ricerca ha permesso di realizzare una banca dati dei danni causati dai dissesti alluvionali del bacino del Po in Lombardia dal 1957 ai giorni nostri.

La banca dati è composta da due parti: banca dati fisica e banca dati con stima del valore economico del danno. Nella prima sono evidenziati tutti i dissesti manifestatisi dal 1957 al 1998, disaggregati per provincia e per tipologia. Nella seconda sono quantificate monetariamente le perdite causate dagli episodi alluvionali per i quali si dispone di valori economici certi.

Il risultato dei due anni di ricerca è una banca dati dei danni causati dai dissesti alluvionali del bacino del Po in Lombardia dal 1957 ai giorni nostri.

L'idea di costruire una banca dati nasce dalla necessità di avere un quadro esaustivo sul dissesto idrogeologico in Lombardia, al fine di esprimere un giudizio sulla politica di gestione del rischio adottata in Italia. Nel nostro Paese, infatti, non c'è anno in cui non si registrino perdite conseguenti ad alluvioni provocate da qualcuno dei numerosi corsi d'acqua che costituiscono la sua rete idrografica. Negli ultimi anni, inoltre, è stato individuato un *trend* crescente nel numero di eventi e nell'entità dei danni da questi causati ai quali non corrisponde un *trend* crescente nella magnitudo degli stessi. Ricordiamo, ancora, che ogni qual volta si verifica un'alluvione l'operatore pubblico interviene *ex post* attraverso l'erogazione di contributi a favore di privati ed enti pubblici per riparare i danni subiti e non è applicata una politica preventiva di gestione del rischio.

Gli episodi alluvionali che hanno interessato la regione Lombardia nel periodo considerato sono stati individuati utilizzando diverse fonti e precisamente:

- Vincenzo Catenacci, *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia*, edito dall'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato;
- *Atlante dei Rischi Idrogeologici per il bacino idrografico del Po*, redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po;
- dati forniti dalle Prefetture;
- provvedimenti legislativi.

I danni alluvionali sono stati quantificati attraverso l'utilizzo delle richieste di indennizzo presentate alle Prefetture o dei fondi stanziati dalla Protezione Civile a seguito di ciascun evento.

L'elaborazione dei dati è stata particolarmente laboriosa. Nella banca dati fisica, gli eventi censiti sono stati disaggregati per provincia e per tipologia (dissesti minori, con danni, con gravi danni, con gravissimi danni, eventi eccezionali e frane). Nella banca dati con stima del valore economico del danno, l'elaborazione delle informazioni è stata condotta a vari livelli di approfondimento a seconda della disponibilità dei dati monetari.

Per l'alluvione del 1994, per esempio, sono state quantificate le perdite relative a quattro categorie di danno (privati, produzione, opere pubbliche, opere idrauliche) per ogni provincia. Questa disaggregazione ha permesso di individuare gli enti territoriali e i settori più colpiti. Per le altre alluvioni sono state stimate le perdite complessive conseguenti a ogni evento, disaggregate per provincia.

L'uso congiunto dei risultati provenienti dalle due banche dati ha permesso di tracciare un quadro molto interessante e significativo del dissesto idrogeologico in Lombardia.

Negli ultimi quarant'anni questa regione è stata interessata da 113 dissesti e da 57 episodi alluvionali. Le perdite economiche ammontano a circa 1600 miliardi e riguardano il 41% dei dissesti e il 33% degli eventi alluvionali. Dall'analisi dei risultati contenuti nella banca dati fisica emerge che la provincia più colpita nel quarantennio è Brescia (20% degli eventi pari a 23 casi), seguita da Sondrio (15% pari a 17 casi), da Bergamo (13% pari a 15 casi) e Pavia (12% pari a 13 casi). Le elaborazioni contenute nella banca dati con stima del valore economico attribuiscono questo triste primato alla provincia di Sondrio (58% delle perdite totali pari a circa 900 miliardi di lire costanti), seguita da Pavia (15% delle perdite totali pari a circa 240 miliardi di lire costanti) e da tutte le altre province a ruota.

Gli eventi idrogeologici più rilevanti sono quelli che hanno colpito le province di Bergamo, Brescia, Como e Sondrio nel luglio-agosto 1987 causando danni per circa 1000 miliardi (l'87% dei quali si è verificato in Valtellina), e l'alluvione del 1994 che da sola ha prodotto perdite per 454 miliardi di lire costanti. La provincia più colpita, in questo caso, risulta essere Pavia (53% delle perdite pari a 240 miliardi costanti), seguita da Cremona (61 miliardi), Mantova (55 miliardi) e Milano (51 miliardi).

Alla luce di questi risultati si può indubbiamente affermare che la politica di gestione del rischio adottata in Italia è inefficiente e che è necessario trovare soluzioni alternative che permettano di internalizzare il rischio nei processi decisionali e di ridurre così l'impatto dei dissesti alluvionali sulle attività umane e sul bilancio dello Stato.

Negli ultimi quarant'anni in Lombardia si sono verificati 113 dissesti e 57 episodi alluvionali. Le perdite economiche ammontano a circa 1600 miliardi e riguardano il 41% dei dissesti e il 33% degli eventi alluvionali.

Il ruolo delle deposizioni atmosferiche nella circolazione dei microinquinanti organici

Cristina Giarei

Tutor: Prof. Alfredo Provini

Università degli Studi di Milano

Dipartimento di Biologia

Via Celoria 26

20133 Milano

La ricerca dei microinquinanti organici nelle deposizioni secche e umide è relativamente recente e soprattutto limitata a determinazioni episodiche perché condotte per un breve arco di tempo o perché limitate a pochi composti. La difficoltà di reperire maggiori informazioni è legata, oltre che alla variabilità delle condizioni meteorologiche che influenzano notevolmente il trasporto e la deposizione di tali sostanze, alla mancanza ancora oggi di un metodo ufficiale di campionamento e di un sistema multiresiduo di estrazione e di analisi per tutte le classi di composti che sono significativamente differenti per caratteristiche chimico-fisiche.

Lo studio è stato condotto presso il Dipartimento di Biologia, Sezione di Ecologia, dell'Università degli Studi di Milano, in collaborazione con l'Istituto di Ricerche sulle Acque di Brughiero (MI) e la ASL della Provincia di Como, sede territoriale di Erba.

Questo studio si è articolato principalmente in due parti. Inizialmente è stato messo a punto un sistema per la raccolta di deposizioni umide efficiente per i composti organici, utilizzando un raccogliitore automatico.

Studi preliminari hanno evidenziato che è necessario prelevare i campioni entro le dodici ore dalla fine dell'evento piovoso poiché molti composti non sono stabili nel tempo e inoltre è preferibile eseguire l'estrazione al più tardi entro sette giorni, conservando il campione in frigorifero a 4°C.

Per quanto riguarda le deposizioni secche si è cercato di trovare una metodologia idonea di campionamento, raccogliendo le polveri e gli aerosol sia su un supporto di vetro terminante con un ditale di cellulosa sia su un film d'acqua mantenuto costante.

Successivamente si è proceduto all'applicazione del protocollo sperimentale dopo avere identificato le aree di studio che corrispondevano ai criteri prefissati e cioè un'area fortemente industrializzata (Milano) e una scarsamente inquinata (Longone al Segrino, CO).

La scelta dei microinquinanti presi in esame, dettata o dal loro largo utilizzo o dal fatto che alcuni di tali composti erano già stati ritrovati nelle deposizioni in studi precedenti, ha riguardato i principali pesticidi organoclorurati (esaclorocicloesani, esaclorobenzene e DDT, con relativi isomeri e metaboliti), i policlorobifenili (PCB) e, tra gli erbicidi, le triazine (atrazina, simazina, terbutilazina e loro metaboliti) e alcune ammidi (Alachlor e Metolachlor).

Per quanto riguarda le deposizioni umide, nella stazione di Milano sono stati raccolti tutti gli eventi piovosi del periodo aprile 1998-luglio 1999, per un totale di 70 campioni, pari a un volume complessivo di circa 70 l. Per difficoltà analitiche, i 28 campioni aventi un volume inferiore a 500 ml, corrispondenti al 6% del totale piovuto, non sono stati analizzati. Nella stazione

di Longone al Segrino sono stati raccolti 35 eventi piovosi, tra il luglio 1998 e il luglio 1999, per un totale di circa 55 l; in questo caso non sono stati analizzati 7 campioni, corrispondenti a un volume pari a circa il 3% del totale. Nel periodo luglio 98-luglio 99, in cui è possibile effettuare un confronto tra le stazioni, non si sono osservate particolari differenze tra Milano e Longone al Segrino.

Gli erbicidi che hanno presentato le concentrazioni più elevate sono risultati essere l'Alachlor e la terbutilazina. L'Alachlor ha mostrato una concentrazione massima di 667 ng l⁻¹ a Milano e di 861 ng l⁻¹ a Longone; i livelli di terbutilazina hanno invece raggiunto nelle due stazioni valori rispettivamente di 575 ng l⁻¹ e di 721 ng l⁻¹.

I pesticidi organoclorurati hanno mostrato, per la maggior parte dei composti ricercati, concentrazioni relativamente basse, tranne nel caso del γ -HCH (lindano) che ha presentato valori massimi di 22 ng l⁻¹ a Milano e 13 ng l⁻¹ a Longone. Per quanto riguarda gli isomeri e i metaboliti del DDT è stata osservata solamente la presenza occasionale di pp'DDE, op'DDD e di pp'DDT in entrambe le stazioni.

Nella stazione di Milano sono stati raccolti 10 campioni di deposizioni secche, corrispondenti ciascuno a un periodo variabile tra un minimo di 15 giorni e un massimo di un mese.

Si sono osservate delle significative differenze tra i due sistemi di raccolta: le concentrazioni massime di esaclorocicloesani e di esaclorobenzene sono risultate paragonabili nei due sistemi di cattura, mentre si è riscontrato che gli isomeri e i metaboliti del DDT hanno presentato concentrazioni più elevate nel particolato raccolto nel ditale. Il composto presente a livelli maggiori è risultato essere il pp'DDT.

L'andamento nel corso dell'anno dei PCB, presenti esclusivamente nei campioni raccolti nel ditale in cellulosa, è risultato essere abbastanza costante, con un massimo di concentrazione di PCB totali nel mese di febbraio, pari a circa 700 ng m⁻².

Dai risultati ottenuti si evidenzia un ruolo determinante delle precipitazioni secche che praticamente raddoppiano la ricaduta al suolo dei contaminanti meno solubili come il DDT.

Dai risultati ottenuti si evidenzia un ruolo determinante delle precipitazioni secche che praticamente raddoppiano la ricaduta al suolo dei contaminanti meno solubili come il DDT.

Criteria metodologici e applicativi per la rinaturalizzazione dei siti ad alta criticità ambientale, con particolare riferimento al settore “Chiaravalle” nel Parco Regionale “Agricolo Sud Milano”

Emilio Padoa Schioppa

Tutor: Prof. Vittorio Ingegnoli

Università degli Studi di Milano

Dipartimento di Biologia

Via Celoria 26

20133 Milano

I più recenti studi sulla conservazione della biodiversità (a tutti i livelli dello spettro biologico) hanno mostrato che programmi basati solo ed esclusivamente su parchi nazionali e riserve integrali sono destinati a fallire. I concetti di aree tampone, corridoi di connessione, rete ecologica rientrano ormai in tutti i progetti di conservazione. Inoltre, l'attenzione degli ecologi si è spostata verso le aree fortemente degradate e intensamente antropizzate.

Le aree urbane e suburbane, in cui attualmente risiede più del 50% della popolazione umana, sono, spesso, siti sottoposti a intense dinamiche degradative. Il recupero delle aree non ancora edificate e di quelle dismesse diviene una delle principali priorità ambientali.

Le aree di frangia tra metropoli e campagna rientrano in questo genere di siti e la conservazione o il recupero degli elementi naturali e seminaturali sono divenuti una delle priorità ecologiche. Nei sistemi urbani (ed è la prima volta nella storia dell'uomo) vive la maggioranza della popolazione umana. I processi di degrado ecologico sono spesso intensi e si verificano a diverse scale spaziali. In particolare a livello di ecosistema si assiste a un processo di inquinamento e di contaminazione dei diversi comparti della biosfera e alla banalizzazione della composizione specifica delle comunità biologiche a seguito delle invasioni di specie alloctone e delle trasformazioni del territorio. A livello di paesaggio si assiste a una diminuzione della grana, a un aumento della frammentazione e a un'alterazione del tessuto strutturale del territorio.

L'approccio originale dell'ecologia del paesaggio, e in particolare il tentativo di considerare i sistemi di ecosistemi al pari di un vero e proprio tessuto biologico (ecotessuto), sembra fornire una base metodologica adeguata per effettuare interventi di ripristino ecologico.

Gli obiettivi della presente ricerca, cominciata nel 1998, possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- aggiornare alcuni indici caratteristici dell'ecologia del paesaggio;
- sviluppare un protocollo di metodo per la rinaturalizzazione dei siti ad alta criticità ambientale;
- identificare le principali emergenze ambientali nel settore “Chiaravalle”, all'interno del Parco Regionale “Agricolo Sud Milano”;
- individuare alcuni elementi di naturalità residua all'interno dell'area studiata.

Nel corso del 1999 è stato approfondito il primo punto, valutando alcuni degli indici utilizzati comunemente nell'ecologia del paesaggio.

In particolare è stato studiato un indice, la Biopotenzialità territoriale (Biological territorial capacity, Btc), ideato e proposto da Ingegnoli (1993), che mostra alcuni interessanti risvolti teorici, pur richiedendo un'estrema cautela nel suo impiego applicativo a scala regionale e subcontinentale, ove può essere utilizzato come uno strumento per stime sintetiche nelle valutazioni ecologiche.

Oltre alla Btc sono stati esaminati gli indici di connettività e di circuitazione, con i quali si può esaminare l'efficienza strutturale di una rete ecologica. Quando si adotti un criterio incentrato sulla percezione spaziale che ogni singola specie ha del territorio, è possibile aggiungere a una valutazione strutturale anche una funzionale.

A livello ecosistemico è stato esaminato un indice proposto da alcuni ecologi tedeschi (*BiotopFlächenFactor* – BFF – coefficiente di riflessione del suolo) che può essere un ottimo strumento per una pianificazione ecologica a livello ecosistemico.

Gli studi sugli indici ecologici hanno permesso la definizione di un protocollo di metodo per gli interventi di ripristino ecologico. In tale protocollo si suggerisce un approccio multiscalare, utilizzando diverse scale spazio-temporali. Il concetto di ecotessuto proposto da Ingegnoli (1993) appare come lo strumento idoneo per integrare gli *input* provenienti dai diversi mosaici ambientali che è possibile rilevare sul territorio. Nelle fasi di progettazione dell'ambiente appare infine fondamentale tanto una fase di ricostruzione delle dinamiche storiche del territorio, quanto di controllo degli scenari futuri, utilizzando gli strumenti appropriati di verifica.

Le dinamiche di degradazione menzionate in precedenza sono particolarmente evidenti nel settore "Chiaravalle" del Parco Regionale "Agricolo Sud Milano", a tal punto che interventi di ripristino ecologico divengono indispensabili per attribuire a tale area un ruolo attivo nella conservazione della natura in Lombardia.

Le analisi sulla naturalità hanno mostrato sia condizioni di estremo degrado (come evidenzia la composizione corologica della flora, fortemente inquinata da specie alloctone), sia elementi di potenziale pregio (come emerso dagli studi sull'odonatofauna, che comprende 15 specie sulle 25 potenziali per tale zona).

Un approccio multiscalare richiede la scelta di indici diversi a seconda della scala in cui si opera. Il concetto di ecotessuto permette di integrare tra loro le diverse scale.

Parametri biochimici e fisiologici come bioindicatori di inquinamento

Alberto Rivetta

Tutor: Prof. Maurizio Cocucci

*Università degli Studi di Milano
Dipartimento di Produzione Vegetale (DiPROVE)
Via Celoria 2
20133 Milano*

Lo studio si propone di individuare nelle piante parametri biochimici e fisiologici bioindicatori di metalli pesanti. Sono state utilizzate due specie appartenenti al genere *Alyssum*, particolarmente ricco di iperaccumulatori di metalli pesanti.

Lo sviluppo di metodologie per monitorare situazioni di degrado ambientale dovute all'introduzione di molecole inquinanti nel suolo, nell'acqua e nell'aria è uno dei sistemi che può essere utilizzato per il controllo dell'inquinamento. Tra i sistemi di monitoraggio, particolare interesse rivestono i metodi che utilizzano organismi viventi, per esempio le piante, come bioindicatori della presenza di inquinanti (biomonitoraggio). Inoltre è possibile utilizzare come bioindicatori le risposte delle piante alla presenza di molecole tossiche e in particolare le modificazioni di processi biochimici e fisiologici provocate dall'azione diretta o indiretta di tali molecole su attività biochimiche e funzioni fisiologiche.

La ricerca indirizzata all'individuazione di parametri biochimici e fisiologici come bioindicatori di inquinamento può risultare più efficace se condotta su piante che naturalmente sono in grado di crescere e svilupparsi in presenza di inquinanti, in quanto è ragionevole ipotizzare che in queste particolari specie di piante si siano evoluti meccanismi di tolleranza.

Utilizzando i metalli pesanti come modello di inquinante, il presente studio è stato indirizzato all'individuazione di parametri biochimici e fisiologici indicatori della presenza di metalli pesanti. La ricerca è stata condotta su due specie di piante della famiglia delle Crucifere che comprende numerose specie indicate come resistenti ai metalli pesanti. In particolare sono stati studiati alcuni parametri fisiologici legati ad assorbimento e traslocazione di nichel in *Alyssum bertolonii*, specie tipica di suoli serpentini caratterizzati da scarso contenuto di nutrienti minerali e da elevati livelli soprattutto di nichel e cromo; come controllo è stata utilizzata una specie dello stesso genere, *Alyssum montanum*, che in natura cresce su suoli calcarei e privi di metalli pesanti. Le prime fasi del lavoro hanno riguardato il campionamento dei semi delle due specie, entrambe prelevate da siti toscani, e la successiva messa a punto di una soluzione nutritiva per la crescita delle piante in coltura idroponica. Le piante erano cresciute per 30 giorni in assenza di nichel e successivamente incubate in presenza di concentrazioni crescenti di NiCl_2 per un periodo di 15 giorni. Alla fine dell'incubazione, il contenuto di Ni^{2+} nelle radici di entrambe le specie non risultava significativamente diverso (circa $100 \mu\text{mol g}^{-1}$ peso secco) fino a concentrazioni di Ni^{2+} $100 \mu\text{M}$ e aumentava all'aumentare della concentrazione del metallo nel mezzo esterno; il livello di Ni^{2+} nella parte epigea era più elevato in *A. bertolonii* rispetto ad *A. montanum*, rispettivamente

te circa 200 e 5 $\mu\text{mol g}^{-1}$ peso secco quando le piante erano incubate in presenza di Ni^{2+} 100 μM . Il rapporto tra il contenuto di Ni^{2+} nelle radici e quello nella parte epigea era più elevato in *A. montanum* che in *A. bertolonii*. Questi dati indicano che in *A. bertolonii* la traslocazione del Ni^{2+} dalle radici alla parte aerea è particolarmente efficiente e suggeriscono che tale specie può essere utilizzata come biondicatore di Ni^{2+} . Lo studio di parametri biochimici e fisiologici bioindicatori della presenza di Ni^{2+} è proseguito valutando la crescita delle due specie in presenza del metallo, utilizzando come modello i semi germinanti. Il peso fresco di plantule di *A. montanum* incubate per 4 giorni in presenza di Ni^{2+} diminuiva rispetto al controllo e all'aumentare del Ni^{2+} nel mezzo esterno; tale inibizione era del 50% circa per concentrazioni esterne di Ni^{2+} pari a 100 μM . Nel caso di *A. bertolonii* il peso fresco delle plantule non diminuiva fino alla stessa concentrazione di Ni^{2+} . La velocità di accumulo di Ni^{2+} all'aumentare della concentrazione esterna del metallo era più accentuata in *A. bertolonii* che in *A. montanum*. Il rilascio di K^+ nel mezzo di incubazione, parametro importante della funzionalità della membrana plasmatica delle cellule vegetali, era più elevato in *A. montanum* che in *A. bertolonii*. Questi dati indicano che *A. montanum* è più sensibile al Ni^{2+} rispetto ad *A. bertolonii* e suggeriscono che questa differenza sia dovuta alla diversa capacità di detossificare il Ni^{2+} nei tessuti.

In conclusione, parametri biochimici e fisiologici bioindicatori di metalli pesanti possono essere individuati studiando i meccanismi che stanno alla base di una sensibilità differenziale a tali elementi tossici. Allo scopo sembrano particolarmente utili piante che in natura si sono adattate a crescere e a svilupparsi in presenza di metalli pesanti.

Indicatori biologici per la valutazione di inquinanti nei sedimenti del Lago Maggiore

Cinzia Anna Maria Salvino

Tutor: Dr. Anita Colombo

*Università degli Studi di Milano-Bicocca
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio
Piazza della Scienza 1
20126 Milano*

Nel sedimento si trovano composti sia organici (PCB, PAH, pesticidi, furani, diossine ecc.) sia inorganici (metalli in tracce, fosfati, solfuri, amonio ecc.) che sono immessi nell'ambiente acquatico attraverso deposizione atmosferica, dilavamento, ruscellamento, scarichi diretti nel bacino, scarichi negli affluenti. La frazione solida del sedimento interagisce con i composti disciolti nell'acqua di contatto e interstiziale attraverso processi di adsorbimento, assorbimento e desorbimento.

All'interfaccia solido/liquido e all'interno della matrice sedimentaria avvengono trasformazioni chimiche (mineralizzazione della sostanza organica, trasformazione del ferro e del manganese da idrossidi a solfuri e viceversa, trasformazioni delle frazioni ingerite dagli organismi ecc.) che cambiano le caratteristiche della matrice stessa e la forma e la concentrazione del contaminante ad essa associato. In tal modo un composto è reso più o meno biodisponibile e il suo potenziale tossico nei confronti degli organismi varia.

A causa del possibile rilascio all'acqua di colonna dei contaminanti e/o dei loro prodotti di trasformazione, i sedimenti contaminati rappresentano non solo un comparto di accumulo, bensì una vera e propria sorgente di contaminazione diffusa interna all'ambiente acquatico. In tempi recenti, i bacini naturali o artificiali stanno divenendo sempre più importanti per il loro ruolo nell'approvvigionamento di acque potabili e per i loro usi agricoli, industriali e ricreativi. In questo contesto il Lago Maggiore è particolarmente importante per la sua locazione geografica in quanto parte del più ampio bacino idrografico italiano situato in una zona densamente popolata, industrializzata e agricola. Lo scopo della presente ricerca è quello di valutare la potenziale tossicità dei sedimenti prelevati nelle località di Ispra, Locarno e Baveno che in relazione alla loro collocazione rispetto alle sorgenti di contaminazione vengono ritenute rappresentative dello stato di qualità del Lago Maggiore.

All'approccio tossicologico utilizzato durante il primo anno di ricerca, per la valutazione della qualità degli estratti dai sedimenti, è seguita un'analisi cellulare. Tale analisi si è rivolta alla caratterizzazione della forma enzimatica del citocromo P-450, un sistema enzimatico che grazie alla molteplicità delle sue isoforme e all'intuibilità di alcune di esse, è considerato un valido *marker* cellulare, correlabile all'effetto tossico di inquinanti ambientali.

L'utilizzo delle frazioni acquose (acqua interstiziale ed elutriato) permette di condurre tale analisi utilizzando organismi acquatici. *Xenopus laevis*, un

La consapevolezza che il sedimento è un comparto di accumulo e di rilascio per la maggior parte degli inquinanti che raggiungono l'ambiente acquatico ha portato negli anni Ottanta alla pubblicazione dei primi lavori di ricerca sulla valutazione di tossicità dei sedimenti.

anfibia anuro appartenente alla famiglia Pipidae, è stato scelto come organismo test poiché esprime nei microsomi epatici alcune isoforme del citocromo P-450, come dimostrato da molteplici dati presenti in letteratura.

La reazione tra anticorpo e antigene ha evidenziato, in tutti gli embrioni trattati con elutriati e acque interstiziali, la presenza di una proteina di peso molecolare apparente compreso tra 42 e 66 kDa, corrispondenti all'isoforma CYP1A1 e CYP1A2 in microsomi epatici di ratto trattato con 3-metilcolantrene, usati come controllo positivo.

L'espressione di tale proteina in tutti i campioni testati ci permette di affermare che negli estratti acquosi analizzati sono presenti quegli xenobiotici in grado di indurre la sua espressione (idrocarburi policiclici aromatici e ammine poliaromatiche ed eterocicliche).

I risultati dei test tossicologici svolti durante il primo anno e l'analisi cellulare sono in accordo:

- nell'identificazione in Ispra del sito attualmente più compromesso tra quelli analizzati, mentre il sito di Baveno è risultato contaminato a livelli inferiori a quanto era stato ipotizzato, vista la sua collocazione rispetto alle fonti di inquinamento;
- nell'eliminazione delle sorgenti puntiformi collocate sul Toce e nell'ipotesi del trasporto del contaminante verso il sito di Ispra che riceve il particolato fine proveniente dalla zona delle sorgenti del Toce.

La caratterizzazione della forma enzimatica del citocromo P-450 indotta dal trattamento con acqua interstiziale ed elutriati prevede l'utilizzo di tecniche immunochimiche attraverso le quali è possibile separare la componente proteica in base al peso molecolare e trasferirla poi su carta nitrocellulosa impiegando, per il riconoscimento, un antisiero contro l'isoforma ricercata.

Borse di studio per ricerche applicate

Vincoli non-energetici alla diffusione di tecnologie da fonte rinnovabile integrate all'ambiente costruito

Chiara Olgiati

*Tutor: Arch. Silvia Zanardini
Prof. Gianni Scudo*

*Regione Lombardia
D.G. Tutela Ambientale
Servizio Risorse Energetiche e Ambientali
Via Fabio Filzi 22
20124 Milano*

*Politecnico di Milano
Dipartimento di Disegno Industriale e Tecnologie dell'Architettura (DiTec)
Via Edoardo Bonardi 3
20133 Milano*

La ricerca è stata sviluppata presso la Regione Lombardia, (Servizio Risorse Energetiche e Ambientali) in collaborazione con il Politecnico di Milano.

Nell'ambito dello sviluppo del Piano Energetico Regionale, la Regione Lombardia sta approfondendo le problematiche e i vincoli relativi al superamento delle barriere non-energetiche alla diffusione di tecnologie solari attive e passive.

La pianificazione urbana, la progettazione e la costruzione sono governate da leggi nazionali, regionali e locali e da codici e regolamenti sugli edifici; di conseguenza la progettazione basata su principi bioclimatici deve riconoscere questi codici e regolamenti e misurarsi con essi.

Ma quando, come spesso avviene, i principi bioclimatici non sono presi in considerazione dall'intero apparato, seguono conflitti e il progettista deve venire a patti con il complesso normativo, spesso modificando gli elementi che caratterizzano il progetto dal punto di vista bioclimatico, se non addirittura rinunciandovi.

Come è dunque possibile coniugare le richieste di una progettazione sostenibile, sempre più invocate a livello locale, nazionale e internazionale, con gli ostacoli normativi che impediscono, di fatto, lo sviluppo di una progettazione bioclimaticamente consapevole?

Questa riflessione è lo stimolo che ha avviato il lavoro di ricerca che muove da questa considerazione: nell'ottica del decentramento di competenze che si sta attuando dalle Regioni ai Comuni, risulta sempre più importante dotare questi ultimi di strumenti necessari alla corretta valutazione dei progetti.

L'introduzione in edilizia e l'integrazione nelle strutture edilizie di tecnologie da fonte rinnovabile e bioclimatiche ha dei vincoli di applicazione dovuti alla mancanza di informazioni e di competenze da parte degli organi istituzionali e dei progettisti.

L'obiettivo di questo progetto di ricerca è di individuare quali siano i vincoli normativi in Italia (particolarmente i vincoli di carattere paesaggistico) che si pongono come ostacolo all'introduzione e alla diffusione delle tecnologie bioclimatiche, del solare termico e del solare fotovoltaico nell'ambiente

costruito e di incrementare presso amministratori locali e progettisti il livello di confidenza con le fonti rinnovabili e la loro integrazione nell'ambiente costruito.

Nella prima fase il lavoro si propone di essere uno strumento per individuare i principali vincoli normativi all'integrazione nelle strutture edilizie di tecnologie da fonte rinnovabile.

Il punto di partenza è l'analisi della normativa vigente e l'osservazione delle azioni promosse da alcune amministrazioni italiane che hanno intrapreso un processo di revisione dei loro regolamenti edilizi in chiave energetica. Le esperienze di Cavalese, di Faenza, di Crosio della Valle e altre servono da stimolo per individuare e focalizzare gli ambiti possibili di intervento.

La seconda parte si concentra invece sullo sviluppo di alcune schede sintetiche che siano di ausilio sia ai progettisti, come strumento di supporto all'attività di progettazione, sia agli operatori locali, come griglia di controllo e valutazione della compatibilità delle scelte energetiche dei progetti con i vincoli non-energetici della normativa.

Le schede sviluppate si compongono, infatti, di schemi descrittivi e di funzionamento relativi all'integrazione delle tecnologie solari e di regole morfologiche del progettare, mostrando i vincoli e i conflitti normativi individuati all'interno del processo progettuale.

L'analisi dei riferimenti normativi vuole portare a una verifica e a una proposta di modifica dei regolamenti comunali e regionali con adeguamenti in chiave bioclimatica, operazione complessa e che in questa sede si intende solo prefigurare lasciando alle sedi competenti (gruppi di ricerca, commissioni di normazione ecc.) il compito di individuare le soluzioni legislative e gli incentivi più opportuni.

È, infatti, indispensabile chiarire agli Enti locali quali devono essere le condizioni minime per introdurre e diffondere l'integrazione di tecnologie da fonti rinnovabili nelle strutture edilizie residenziali e commerciali, ovviando alla discrezionalità con cui le leggi possono essere interpretate e fornendo un'adeguata conoscenza agli amministratori e ai progettisti.

Quello che ci si augura è di contribuire a promuovere un processo di revisione dei regolamenti in chiave bioclimatica che, partendo dalla Regione, possa operativamente coinvolgere e stimolare le amministrazioni locali.

L'analisi degli strumenti vigenti riguarda le tre tecnologie da fonte rinnovabile legate all'ambiente costruito: tecnologie di captazione, convezione e accumulo della radiazione solare attraverso spazi vetrati; tecnologie solari piane (sistemi a pannelli) per la produzione di calore da fonte solare e tecnologie solari piane (pannelli fotovoltaici) per la produzione di energia elettrica.

Applicabilità del biorisanamento nelle bonifiche: tecnologie e analisi costi-prestazioni

Sabrina Saponaro

Tutor: Prof. Roberto Canziani

Politecnico di Milano

Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento (DIIAR)

Piazza Leonardo da Vinci 32

20133 Milano

Lo studio è stato sviluppato presso la Sezione Ambientale del DIIAR che da anni si occupa di risanamento di terreni contaminati, in collaborazione con il Comune di Milano, Settore Ambiente ed Energia, Ufficio Piani di Bonifica.

Il risanamento dei terreni contaminati è una questione di grande attualità in molti Paesi industrializzati. In Italia, il D. lgs 5 febbraio 1997, n. 22 (decreto Ronchi) è la prima legge finalizzata a proporre criteri di qualità dei suoli e indicazioni per le bonifiche uniformi su territorio nazionale; tale decreto è integrato dal DM 25 ottobre 1999, n. 471, recante procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati. L'Allegato 4 di tale DM prevede, in fase di progettazione preliminare, un'analisi delle possibili tecnologie adottabili per la bonifica, la messa in sicurezza permanente, il raggiungimento delle concentrazioni residue nel sito e nell'area interessata dall'inquinamento del sito. L'analisi delle tecnologie deve essere basata su un'esauritiva rassegna delle soluzioni adottate in casi simili, sia a livello nazionale sia internazionale, per stabilire l'efficacia delle diverse tecnologie in relazione alle condizioni specifiche del sito (caratteristiche ambientali, geologiche e idrogeologiche, urbanistiche e territoriali). Inoltre, la rassegna delle tecniche di bonifica/messa in sicurezza permanente adottabili nel caso specifico deve essere corredata di un'analisi dei costi degli interventi, comprensiva dei costi delle misure di sicurezza e dei controlli da adottare durante gli interventi di bonifica, che permetta di valutare la fattibilità economica dei diversi interventi.

Per rispondere a quanto previsto dal DM è quindi necessario definire la funzione del costo complessivo di intervento che necessita di informazioni relative agli oneri delle tecnologie di bonifica nelle loro varie fasi, in relazione anche all'efficienza di trattamento e alle concentrazioni residue di contaminanti. Le curve di costo-efficienza di trattamento devono altresì tenere in considerazione le condizioni specifiche del sito, le variazioni a lungo termine del rendimento dei processi e gli interventi necessari per la loro stabilità.

Questo lavoro rappresenta un primo tentativo mirato al raggiungimento delle informazioni di cui sopra, limitatamente alle tecnologie di biorisanamento. Insieme a queste, sono state prese in considerazione alcune tecnologie chimico-fisiche, fisiche o termiche, in quanto sovente accoppiate alle precedenti o in coda a queste e dalle quali non si può prescindere nel calcolo del costo di ripristino dell'area contaminata.

Nello svolgimento della ricerca è emerso che, per poter confrontare gli oneri del risanamento ambientale associati all'applicazione di differenti tecnologie e, di conseguenza, individuare il sistema di trattamento più vantaggioso sotto il profilo economico in uno specifico contesto, è necessario:

- a) utilizzare un protocollo per la redazione dei progetti e per le relazioni delle attività svolte negli interventi di risanamento, semplificando la raccolta dei dati in tutte le fasi dell'intervento e migliorandone la qualità;
- b) determinare le prestazioni e i limiti delle tecnologie, analizzando i dati di applicazioni reali, individuando per ciascun sistema di trattamento la correlazione con i fattori chiave che influenzano il processo;
- c) utilizzare un protocollo per il rendiconto dei costi di risanamento che semplifichi e standardizzi la procedura di calcolo, così da poter confrontare omogeneamente progetti relativi a un'area ove siano applicabili diverse tecnologie, o progetti relativi a diverse aree ove siano applicabili la stessa tecnologia o tecnologie differenti;
- d) informatizzare i dati contenuti nella documentazione degli interventi di risanamento e i risultati delle analisi costi-prestazioni, per una gestione più rapida ed efficiente delle conoscenze derivate dalle applicazioni sul campo.

La ricerca si inserisce nell'ambito della valutazione dell'applicabilità delle tecnologie di risanamento, delle prestazioni e dei relativi costi di intervento in specifici contesti, prevista dal DM 25 ottobre 1999, n. 471.

La ricerca svolta ha apportato un contributo per la definizione dei protocolli di cui ai punti a) e c), nonché la realizzazione di un database per il punto d). In relazione al punto b), l'esame di circa una trentina di documenti relativi a casi italiani ha messo in luce scarsa omogeneità di formato nelle informazioni riportate, non legata esclusivamente al tipo di documento (studio di fattibilità, progetto definitivo ecc.). Inoltre, per nessuno dei casi di biorisanamento presi in considerazione è stato possibile disporre di informazioni relative alle prestazioni della tecnologia, poiché sono interventi la cui fase esecutiva non è ancora iniziata o è iniziata da troppo poco tempo in relazione allo sviluppo temporale del processo di biorisanamento. Ancor più delicato è l'aspetto economico, del quale è stato possibile reperire solo informazioni molto sommarie. La consultazione estesa a circa una trentina di documenti stranieri ha comunque evidenziato un'elevata eterogeneità nelle voci di costo di volta in volta prese in considerazione, nonostante la maggiore standardizzazione e organicità dei dati relativi alla caratterizzazione dei siti e ai sistemi di trattamento. Si è quindi potuto soltanto proporre un modello per il calcolo dei costi di intervento che potrà essere eventualmente tarato e validato in futuro.

Il lavoro svolto, in conclusione, ha consentito lo sviluppo delle basi metodologiche (protocolli e database per l'informatizzazione dei dati) che potranno essere rese operative con l'acquisizione e l'aggiornamento continuo delle informazioni desunte da ulteriori casi di risanamento. Acquisita una base di informazioni sufficientemente ampia e dettagliata, sarà possibile procedere a una significativa analisi costi-prestazioni delle tecnologie di bonifica.

Parametri di qualità per validare la scelta della pratica del compostaggio

Barbara Scaglia

*Tutor: Prof. Pier Luigi Genevini
Arch. Massimiliana Marazzini*

*Università degli Studi di Milano
Dipartimento di Produzione Vegetale (DiPROVE)
Via Celoria 2
20133 Milano*

*Regione Lombardia
Servizio Rifiuti e Residui Recuperabili
Via Fabio Filzi 22
20124 Milano*

Con l'entrata in vigore del decreto Ronchi (decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22) ha preso avvio in Italia un nuovo sistema di gestione dei rifiuti basato non più sullo smaltimento ma sul recupero e sul riciclaggio dei materiali.

Nel nuovo sistema di gestione, i processi biologici (compostaggio, biostabilizzazione e bioessiccamento) sono molto spesso usati per il trattamento dei Rifiuti Urbani (RU) o di loro frazioni per ottenere prodotti utili per l'agricoltura (compost), prodotti da destinarsi in discarica (biostabilizzati) o Combustibili Derivati dai Rifiuti (CDR).

Indipendentemente dall'uso a cui saranno destinati, i materiali recuperati devono possedere dei requisiti minimi di stabilità biologica da cui dipendono il grado di igienicità e la capacità di produrre odori e biogas da parte delle biomasse.

Tra le diverse metodologie proposte in letteratura per la stima della stabilità biologica, la misura del consumo di ossigeno da parte dei microrganismi (metodo respirometrico) è ritenuta essere il metodo più attendibile in quanto misura diretta dell'attività biologica.

Nel corso della ricerca sono stati messi a confronto l'Indice di Respirazione Statico (IRS), attualmente in uso, e l'Indice di Respirazione Dinamico (IRD), di recente messo a punto presso il DiPROVE (Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Milano). La misura del consumo di ossigeno è stata effettuata rispettivamente in presenza (IRD) o assenza (IRS) di aerazione forzata della biomassa.

Le prove di respirazione sono state svolte su matrici (n. 55) di differente tipologia e grado di stabilità utilizzando un fermentatore pilota.

I dati sperimentali hanno evidenziato come il metodo statico sottostimi il reale consumo orario di ossigeno e perciò la stabilità biologica, ponendo degli interrogativi circa la validità delle determinazioni effettuate con questo metodo. La differenza tra l'IRD e l'IRS è contenuta per biomasse a elevato grado di stabilità ma si accresce per le matrici instabili che sono sicuramente le più

Per la stima della stabilità biologica di biomasse sono stati confrontati l'IRD e l'IRS. I risultati hanno evidenziato che l'IRD fornisce un dato più veritiero del grado di stabilità biologica delle biomasse. Sia il metodo sia il valore numerico individuati per definire la stabilità biologica sono stati adottati dalla Regione Lombardia come metodi ufficiali.

problematiche dal punto di vista ambientale e alle quali deve essere posta maggiore attenzione.

La ricerca ha permesso di giungere all'individuazione di un valore soglia di IRD in base a cui valutare la stabilità biologica da intendersi per valori di IRD inferiori a $1000 \text{ mgO}_2 \text{ kg}^{-1}\text{SV h}^{-1}$. Sia la metodologia sia il valore soglia proposto sono stati adottati quali valore guida dalla Regione Lombardia.

La ricerca è proseguita per porre l'accento sulla corretta espressione del dato respirometrico che correntemente viene riferito all'unità di peso dei solidi volatili (frazione volatile a 550°C). La notazione "solidi volatili" non permette di distinguere tra la frazione potenzialmente biodegradabile, i "solidi volatili biologici", e i solidi volatili non biologici quali plastiche e gomme; ne consegue che la presenza di elevate quantità di tali frazioni in alcune tipologie di rifiuto (per esempio RU tal quali e loro frazioni ottenute per selezione meccanica) opera un effetto diluizione sul dato respirometrico, inficiando la stima della stabilità biologica. In tal senso, è stata messa a punto presso il DiPROVE e ulteriormente testata durante quest'anno di lavoro una nuova metodica analitica per la determinazione della frazione definita "Solido Volatile fermentescibile" (SPf) che, rappresentando la quantità di sostanza organica che effettivamente si degrada durante un processo biologico, dovrebbe permettere una più corretta espressione della stabilità biologica.

Borse di studio per l'estero

Lavoro di standardizzazione, legato alle attività del CEN, per lo sviluppo di standard di calibrazione e di un metodo di riferimento per la misura dei COV, in particolare per il benzene in vista dell'imminente direttiva europea

Annarita Baldan

Tutor: Dr. Theo Hafkenscheid

*Nederlands Meetinstituut
van Swinden Laboratorium
Schoemakerstraat 97
2600 AR Delft
Paesi Bassi*

Il progetto di ricerca è nato da una collaborazione fra l'Istituto di Misura Olandese e l'Istituto Ambiente del Centro Comune di Ricerca di Ispra. Entrambi gli Istituti sono coinvolti nelle attività di standardizzazione del CEN (Comité Européen de Normalisation).

I COV (Composti Organici Volatili) sono ampiamente usati come solventi, agenti detergenti, propellenti e combustibili in una vasta area di applicazioni industriali e commerciali. Le implicazioni sull'ambiente e sulla salute della popolazione, dovute alla loro larga diffusione, non sono indifferenti.

Una lista di questi composti, dall'etano al trimetilbenzene, è stata pubblicata da Kotzias e Hjorth nel 1991 ed è basata sulla loro potenzialità come precursori dell'ozono e sulla loro distribuzione nell'atmosfera. Sebbene ci sia sempre stato un grande interesse per questi inquinanti, specialmente nel settore sicurezza negli ambienti di lavoro, nell'ultimo decennio l'attenzione si è focalizzata sui danni all'ambiente esterno e alla salute della popolazione causati da livelli di concentrazione più bassi. Nel 1992, è stata approvata la direttiva CE 92/72 sull'ozono, che raccomanda la misura dei COV per la valutazione della qualità dell'aria.

Più recentemente, è stata promulgata la direttiva CE 96/62. È la direttiva quadro per la misura e il controllo della qualità dell'aria ambiente e costituisce un punto di riferimento fondamentale per una serie di direttive figlie già adottate o in preparazione, specifiche per i singoli inquinanti atmosferici. Questa direttiva, oltre a definire e stabilire i criteri per la valutazione dei dati sulla qualità dell'aria, mette in evidenza la necessità di armonizzare e rendere comparabili i metodi di misura fra i vari Paesi e sottolinea il bisogno di informazione alla popolazione.

La direttiva specifica per il benzene è ormai allo stadio conclusivo, in quanto la Commissione Europea ha già presentato la sua proposta al Consiglio. In essa viene suggerito un valore limite per il benzene nell'aria di $5 \mu\text{g m}^{-3}$, espresso come media annuale, e una data, l'anno 2010, per il raggiungimento di tale valore. Il benzene, definito dalla World Health Organization (WHO, Organizzazione Mondiale per la Sanità) come agente carcinogenico accertato, è un inquinante principalmente localizzato nelle aree urbane ad alta densità di traffico ed è causato dalle emissioni degli autoveicoli. La Commissione Europea, su proposta del CEN, suggerisce inoltre, nella futura direttiva, un metodo di riferimento per la misura del benzene. Queste direttive comunitarie,

con l'obiettivo di migliorare la qualità dell'aria e di promuovere la salute della popolazione, prevedono, oltre al monitoraggio di nuovi composti, anche un notevole abbassamento dei livelli limite di concentrazione degli inquinanti. Una delle principali implicazioni è quindi la necessità di provvedere a nuovi metodi di misura più sensibili e di utilizzare standard di calibrazione più accurati.

Lo studio offre una panoramica delle possibili tecniche di analisi dei composti organici volatili e dei metodi primari per la preparazione di standard.

Al momento, le tecniche di misura si suddividono in metodiche in continuo, in uso nelle reti di monitoraggio, secondo cui l'automazione della strumentazione per il campionamento e l'analisi dell'aria permettono di fornire dati con una frequenza di 30-60 minuti, e in metodiche discontinue, in uso prevalentemente nei laboratori di analisi ambientali, in cui il campionamento dell'aria avviene in tempi diversi da quello di analisi. Le principali tecniche di campionamento sono: diffusivo, attivo e mediante *canister*. In ogni caso la gascromatografia è la comune procedura di analisi. Una parte di questa ricerca è dedicata al lavoro di standardizzazione del CEN riguardante la metodica di riferimento per l'analisi del benzene, proposta nella futura direttiva europea.

I metodi di preparazione di standard primari sono ampiamente descritti dalle linee guida ISO. Nello studio vengono anche prese in esame le potenzialità dei CRM (Materiali di Riferimento Certificati), materiali particolarmente omogenei e stabili che possono essere usati come standard di calibrazione e che hanno la caratteristica di essere facilmente trasportabili. Per questo motivo i CRM giocano un ruolo sempre più importante nelle attività di normalizzazione, nei confronti interlaboratoriali e nei controlli di qualità dei laboratori.

L'ultima fase del progetto è dedicata ai risultati di un lavoro pratico di laboratorio che ha riguardato la produzione e lo studio della stabilità di due tipi di materiali di riferimento per i COV. Tali materiali, contenenti una miscela in bassa quantità di benzene, toluene e *o*-xylene, hanno dimostrato un buon grado di stabilità dopo la loro conservazione in forno per due mesi a 40°C.

Finalità di questo progetto di ricerca è quella di dare una visione globale delle tecniche di misura e di analisi dei COV, nonché delle correnti metodiche di preparazione di standard di calibrazione. Una particolare attenzione va alla metodica di analisi proposta nella futura direttiva sul benzene e alle potenzialità dei CRM.

Valutazione del rischio per l'ambiente e regolamentazione dei pesticidi a livello europeo: un'esperienza da valorizzare

Paola Grasso

*Tutor: Dr. Mark Clook e Dr. Donald Griffin
Dr. Roberto Fanelli*

*Pesticides Safety Directorate
Mallard House, Kings Pool, 3 Peasholme Green
York YO1 7PX
UK*

*Istituto di Ricerche Farmacologiche "Mario Negri"
Dipartimento Ambiente Salute
Via Eritrea 62
20157 Milano*

Il Pesticides Safety Directorate di York, agenzia esecutiva del Ministero dell'Agricoltura britannico nata nel 1993, coordina tutte le attività di supporto al processo di regolamentazione dei pesticidi a livello britannico. È centro di riferimento per la valutazione di rischio e per l'iter di registrazione dei pesticidi a livello europeo.

La valutazione di rischio per l'uomo e per l'ambiente è requisito essenziale e di supporto alle decisioni sulla commercializzazione di nuovi prodotti chimici o sulla revisione di prodotti già in commercio, sia a livello europeo sia dei singoli Stati membri. Per i pesticidi, in un contesto permeato dall'esigenza di un approccio di valutazione di rischio consistente, si è raggiunta la definizione di uno schema comune di valutazione sintetizzato dalla direttiva comunitaria 91/414. Il Pesticides Safety Directorate (PSD) di York ha svolto e continua a svolgere un ruolo importante in tale processo, grazie alle esperienze maturate a livello di regolamentazione britannica e alla struttura che gli garantisce una possibilità di aggiornamento continuo.

Per l'ambito ambientale, la direttiva prevede che la documentazione da presentare per supportare l'approvazione di un pesticida indirizzi tutta una serie di punti relativi sia al destino della sostanza nell'ambiente sia agli effetti sugli organismi non *target*. Questi studi costituiscono l'*input* per una valutazione di rischio a carico del notificante a cui fa seguito una corrispondente valutazione dell'esperto (dello Stato che funge da rappresentante degli Stati membri per la sostanza), che si farà carico di presentare e discutere la sostanza e di sostenerla fino alla fine del processo di valutazione.

Un allegato alla direttiva fornisce i valori guida per una preliminare valutazione di rischio. Si verifica spesso però che il confronto tra le concentrazioni previste nei diversi comparti ambientali e gli *endpoint* di tossicità per i diversi organismi non *target* indichino un superamento dei valori soglia definiti. Si rende necessario in questi casi un *refinement* della valutazione di rischio. È questo il terreno di ampio dibattito e incertezza: si tratta di condurre un *risk assessment* più realistico e per ora non esistono linee guida ma una serie di strade percorribili.

Acquisiscono quindi forte rilevanza i *meeting* in cui gli esperti dello stesso ambito dei diversi Stati membri si ritrovano per discutere e rivedere le valutazioni prodotte singolarmente. Di certo non minor importanza risultano i

workshop sui diversi aspetti critici emergenti, in cui ora confluiscono esperti dei tre settori: regolamentazione, industria e accademia. Essi rappresentano infatti momenti di confronto e progresso a livello europeo a cui è importante che anche l'Italia partecipi con continuità. Un aspetto ricorrente in queste discussioni risulta essere l'esigenza di un *risk assessment* più *sound science-based*, ovvero di un'implementazione continua nella valutazione di rischio degli sviluppi recenti della ricerca scientifica in campo ecologico ed ecotossicologico.

Nel caso specifico affrontato al PSD, la valutazione di rischio per l'ambiente acquatico di un nuovo erbicida prodotto dalla Zeneca, sono stati valutati gli studi di fotolisi, idrolisi e comportamento in sistemi acqua-sedimento, utilizzati poi come *input* per il calcolo delle concentrazioni previste in acqua da confrontare con gli *endpoint* di tossicità ricavati dai test ecotossicologici (su pesci, invertebrati acquatici, alghe e piante acquatiche). Mentre il rischio per pesci e invertebrati acquatici risultava basso, alghe e soprattutto piante acquatiche risultavano gli organismi più sensibili, cosa del resto prevedibile considerando la natura erbicida del composto. Per le piante acquatiche si è in effetti verificata l'esigenza di un *refinement* della valutazione di rischio, risolta in questo caso con la proposta di una misura mitigativa (una maggior distanza di sicurezza dai corsi d'acqua da rispettare per l'applicazione del prodotto).

Al lavoro specifico affrontato si è accompagnata la partecipazione alle riunioni periodiche dei due gruppi ("destino ambientale" ed "ecotossicologia"), occasione di aggiornamento su ciò che ogni membro stava coordinando, di discussione su punti specifici delle valutazioni svolte e di fitta informazione su tutto ciò che a livello di Commissione e Organizzazioni internazionali (OECD, SETAC, EPPO) si stava discutendo e implementando, coinvolgendo in alcuni casi direttamente il PSD.

Un'esperienza da replicare, sia per gli aspetti tecnici sia per quelli strutturali e organizzativi. Una futura agenzia italiana per la regolamentazione dei pesticidi è forse un'utopia, ma lo schema di riferimento rimane valido e una sua applicazione potrebbe più realisticamente concretizzarsi in un miglior coordinamento e in una migliore organizzazione delle risorse a livello di forze istituzionali e di supporto già operanti in Italia in quest'ambito. Di una prima valorizzazione è protagonista il Dipartimento che ha continuato a svolgere quest'attività su incarico del Ministero dell'Ambiente, avvalendosi della maggiore *expertise* acquisita e incrementando la partecipazione a *meeting* di discussione a livello europeo.

Il progetto di valutazione del rischio condotto al PSD ha garantito l'acquisizione di un bagaglio tecnico e al tempo stesso di esperienza sulle modalità con cui opera un'agenzia attiva nel campo della regolamentazione internazionale.

La prevenzione dell'inquinamento nell'industria tessile europea e gli strumenti comunitari di finanziamento per la ricerca

Michela Pacini

Tutor: Dr. Ludwich Bettens

*EURATEX
Rue Montoyer 24
B-1000 Bruxelles
Belgio*

Il controllo e la prevenzione dell'inquinamento è la priorità del Quinto Programma di Azione dell'Unione Europea. La direttiva comunitaria 96/61 – Integrated Pollution Prevention Control (IPPC) – si basa su questo principio tentando di regolamentare gli impatti ambientali dell'attività industriale (Annesso I). La direttiva introduce istruzioni di gestione puntando sulla prevenzione e sulla riduzione delle emissioni in aria, acqua, suolo e dell'inquinamento acustico, includendo la gestione dei rifiuti.

EURATEX è stata incaricata dall'UE di redigere il documento ufficiale sull'identificazione delle Best Available Technologies (BAT) sul tessile europeo. Le BAT sono infatti lo strumento necessario per recepire la direttiva comunitaria 96/61 (IPPC). Sono stati quindi descritti i processi tessili al fine di identificare le BAT.

EURATEX (The EUROpean Apparel and TEXtile Organisation, Organizzazione Europea del Settore Tessile e Abbigliamento) è stata incaricata dalla Commissione Europea di redigere il documento ufficiale sull'identificazione delle Best Available Technologies (BAT) sul tessile, in quanto le BAT vengono considerate lo strumento necessario per recepire la direttiva sopra citata. In particolare, il lavoro svolto in questa ricerca si è articolato in due distinti progetti.

Il primo ha comportato la descrizione dinamica del settore e dei flussi delle risorse in entrata e in uscita, l'identificazione dei materiali e dei prodotti rilevanti per importanza geografica e quindi la distinzione tra le fibre tessili: seta, lana, lino, cotone, fibre sintetiche e artificiali. Sono stati quindi descritti i prevalenti processi nell'industria tessile, includendo i materiali, i macchinari impiegati e i derivati prodotti o rilasciati. L'uso delle sostanze chimiche, la generazione e il consumo di energia e l'opzione per differenti subprocessi o attività sono stati messi in evidenza per ogni fase della produzione tessile. Infine, per facilitare la valutazione dell'efficienza di ogni potenziale tecnica proposta, si è tentato di dare una stima preventiva degli *input/output* presenti nei processi ordinari. Dalla descrizione, le fasi di nobilitazione (tintura, stampa, finissaggio ecc.) sono quelle che creano le maggiori problematiche ambientali perché necessitano di forti quantitativi di acqua e quindi rappresentano l'area in cui è prioritaria l'identificazione delle BAT.

Il secondo progetto ha riguardato invece l'approfondimento delle opportunità di finanziamento per la ricerca offerte dalla Commissione Europea a favore dell'industria e in particolare lo studio del Quinto Programma Quadro (VPQ). Come nei precedenti Programmi Quadro, si tratta di contributi finanziari per progetti internazionali di ricerca, sviluppo e dimostrazione che propongano soluzioni ai "problemi reali".

Il VPQ si propone di migliorare la situazione occupazionale in Europa

permettendo una crescita economica sostenibile. Esso si articola in sette programmi specifici. Il primo, "Qualità della vita e gestione delle risorse del vivente", non sembra essere particolarmente interessante per il settore tessile. Il secondo, invece, risulta interessante per l'industria in questione. Si riferisce alla "Società dell'informazione" e si rivolge al mondo della ricerca tecnologica e multimediale attraverso quattro azioni chiave: sistemi e servizi per gli utenti; nuovi metodi di lavoro e commercio elettronico; contenuti e strumenti multimediali; tecnologie e infrastrutture di base. Il terzo, "Crescita competitiva e sostenibile", sembra il più interessante per finanziare la ricerca dell'industria sulle BAT attraverso le seguenti azioni: prodotti, processi e organizzazione innovativi; mobilità sostenibile; trasporti terrestri e tecnologie del mare. Il quarto programma tematico, "Energia, ambiente e sviluppo sostenibile", è anch'esso molto utile per lo stesso scopo. Le specifiche azioni vertono su: gestione sostenibile e qualità delle acque; cambiamento globale, clima e biodiversità; energia e sistemi energetici più puliti, comprese le fonti energetiche rinnovabili; energia economica ed efficiente per un'Europa competitiva.

Infine, i tre programmi trasversali che mirano a favorire l'eccellenza del *know-how* europeo sono anch'essi da segnalare. Il primo si propone di favorire il "ruolo internazionale della ricerca comunitaria". Il secondo promuove "l'innovazione nelle piccole e medie imprese" (anche per mezzo del programma CRAFT) attraverso attività specifiche quali la promozione dell'innovazione e l'incoraggiamento della partecipazione delle PMI e con attività di coordinamento come il supporto e la promozione dell'innovazione e altre misure specifiche per le PMI. Il terzo valorizza il "potenziale umano e la ricerca socioeconomica".

In conclusione, è importante sottolineare che l'attuazione di questo Programma si basa sul principio secondo cui la scienza deve mettersi al servizio della società. Le attività di ricerca devono quindi essere finalizzate a creare un approccio proattivo della società nei confronti dell'ambiente e a risolvere i problemi reali. Si rende così necessaria l'adozione di un approccio integrato, interdisciplinare e internazionale. Risulta pertanto ovvio che questo programma costituisce un'opportunità importante per l'industria in generale, ma anche per il nostro Paese, per portare il nostro contributo alla crescita della conoscenza scientifica in Europa.

Sono state individuate le opportunità di finanziamento comunitario a favore della ricerca per incentivare la crescita economica sostenibile. In particolare sono state studiate le opportunità a disposizione dell'industria tessile europea per prevenire e controllare gli impatti ambientali durante il processo produttivo.