

## La rete di monitoraggio delle acque sotterranee in Umbria

**Mirko Nucci**

*Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale dell'Umbria*

### Struttura della rete di monitoraggio

In Umbria, una percentuale rilevante delle risorse idropotabili proviene dai sistemi sorgivi appenninici. Questi sistemi idrogeologici sono soggetti ad un'elevata variabilità stagionale dovuta alla consistenza degli apporti meteorici e alla diversità del livello di carsificazione delle formazioni calcaree. Essi, inoltre, sono molto su-

scettibili agli eventi sismici di energia medio-alta che si manifestano in prossimità dei loro bacini idrogeologici.

La Regione Umbria, in seguito a numerosi studi locali, ha messo in atto, nell'ambito del Progetto Interregionale PRISMAS (Progetto Interregionale di Sorveglianza e Monitoraggio quali-quantitativo delle Acque Sotterranee) del Ministero dell'Ambiente-ANPA, un piano per la strumentazione in continuo dei principali acquiferi del territorio umbro, al fine di supportare la gestione quantitativa delle risorse partendo da una conoscenza più approfondita dei sistemi stessi.

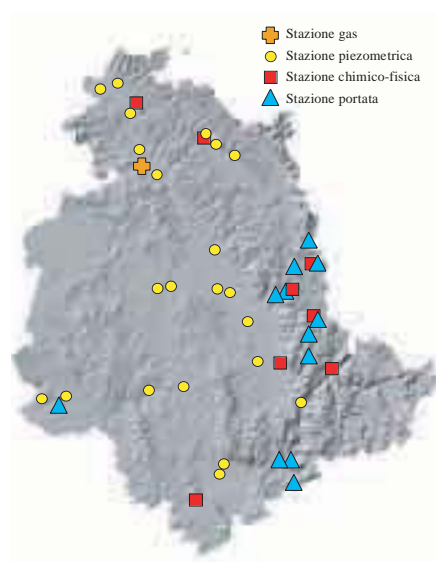
Le sorgenti monitorate rappresentano alcune restituzioni delle principali strutture idrogeologiche

(complesso appenninico umbro-marchigiano, complesso vulcanico vulsino e idrostruttura della Valnerina) all'interno dei confini regionali e sono tutte captate per uso potabile. Nell'ambito dello stesso progetto, sono state previste delle stazioni per la misura del livello di falda da ubicare nei principali acquiferi alluvionali della regione (alta e media valle del Tevere, conca eugubina, valle umbra, conca ternana, idrostrutture narnese-amerina e della valnerina).

La rete di monitoraggio così realizzata è stata data in gestione ad ARPA Umbria, che sta provvedendo al suo completamento ed alla sua integrazione nell'ambito del Progetto Micrat (Monitoraggio Idrogeochimico per la Conoscenza delle Interazioni tra Acquiferi e Terremoti) con l'inserimento di stazioni per la misura dei parametri chimico-fisici delle acque.

### Tipologia delle stazioni di monitoraggio

Nel complesso, la rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee è co-



stituita da quattro tipologie di stazioni. Il primo tipo effettua il monitoraggio quantitativo delle acque, misurando la portata delle sorgenti. Queste stazioni, in alcuni casi, misurano anche la temperatura e la conducibilità dell'acqua. Il secondo tipo effettua il monitoraggio dei parametri chimico-fisici delle acque, in particolare del pH, del potenziale *redox*, della conducibilità, della temperatura e della pressione parziale di CO<sub>2</sub>. Solo in un caso è determinato, con una tecnica sperimentale, anche il contenuto di gas disciolti (CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>). Il terzo tipo di stazione è costituito da un gascromatografo associato ad un PC industriale, per il monitoraggio in continuo di un'emissione naturale di gas. Il quarto tipo di stazione effettua semplicemente la misura del livello di falda.

L'elemento comune a tutte le stazioni è l'apparato di acquisizione dei dati, un data logger in grado di acquisire e registrare segnali analogici ed impulsivi. L'adozione di acquisitori appartenenti alla stessa famiglia, consente la gestione dell'intero sistema con un unico *software*, installato in un PC remoto. La trasmissione dei dati acquisiti avviene tramite modem collegato alla linea telefonica o, in alcuni casi, mediante GSM.

## Obiettivi

Gli obiettivi dei progetti che stanno alla base della rete regionale delle acque sotterranee possono essere distinti in vari aspetti. Innanzi tutto, la realizzazione della stessa rete di monitoraggio, affidabile e flessibile, che possa fornire nel tempo dati di buona qualità. Poi, la creazione di una banca dati idrogeologici e geochimici, con valori attendibili e standardizzati, in grado di caratterizzare la variabilità dei sistemi idrogeologici alle sollecitazioni esterne.

L'elaborazione dei dati, opportunamente valicati, consentirà un'analisi evolutiva dei sistemi sorgivi e permetterà di verificare la risposta dei sistemi stessi alle sollecitazioni naturali ed antropiche. Sarà possibile definire i cicli idrologici e ottenere, per ogni sorgente, informazioni di carattere statistico (portata media mensile ed annua, varianza e covarianza mensile ed annua, tempi di ritorno delle portate minime e massime).

I dati relativi alle portate consentiranno di studiare in modo approfondito le curve di esaurimento e permetteranno la determinazione dei parametri che caratterizzano la sorgente dal punto di vista idrogeologico. Inoltre, sarà possibile stabilire delle correlazioni tra parametri monitorati, piogge e chimismo delle acque.

Il monitoraggio quantitativo delle sorgenti può fornire anche informazioni utili per la gestione delle risorse potabili, formulando stime previsionali delle portate e delle riserve residue in un dato periodo.

Un altro obiettivo di grande interesse scientifico consiste nella verifica di eventuali interazioni tra eventi sismici e chimismo delle acque, individuando parametri da correlare significativamente all'attività sismica.

Infine, il monitoraggio in continuo costituisce un mezzo per sorvegliare quantitativamente e qualitativamente i punti di captazione. Il sistema, infatti, consente di impostare delle soglie minime e massime per ogni parametro monitorato; il superamento delle soglie può essere associato ad un messaggio di allarme o ad un'azione di risposta, come la chiusura di una saracinesca o l'apertura di un canale di scarico. Il sistema, quindi, può essere utilizzato anche per individuare eventuali anomalie che possano pregiudicare l'utilizzo potabile delle risorse idriche.

## Risultati

Delle quarantadue stazioni previste ne sono già state installate trentotto che sono operative e garantiscono all'Agenzia un continuo flusso di dati. Il primo obiettivo, pertanto, è già un risultato concreto. I dati provenienti dalle stazioni non possono essere utilizzati in modo diretto. A tale scopo sono state individuate ed affinate delle procedure per l'osservazione e la validazione dei dati grezzi che, con l'ausilio di *software* appositamente realizzati, consentono di eliminare i dati platealmente anomali (es. zeri e valori fuori scala dovuti alla calibrazione degli elettrodi) e di effettuare una prima analisi statistica (calcolo dei valori medi orari e giornalieri, valori massimi e minimi, scarto quadratico medio ecc.).

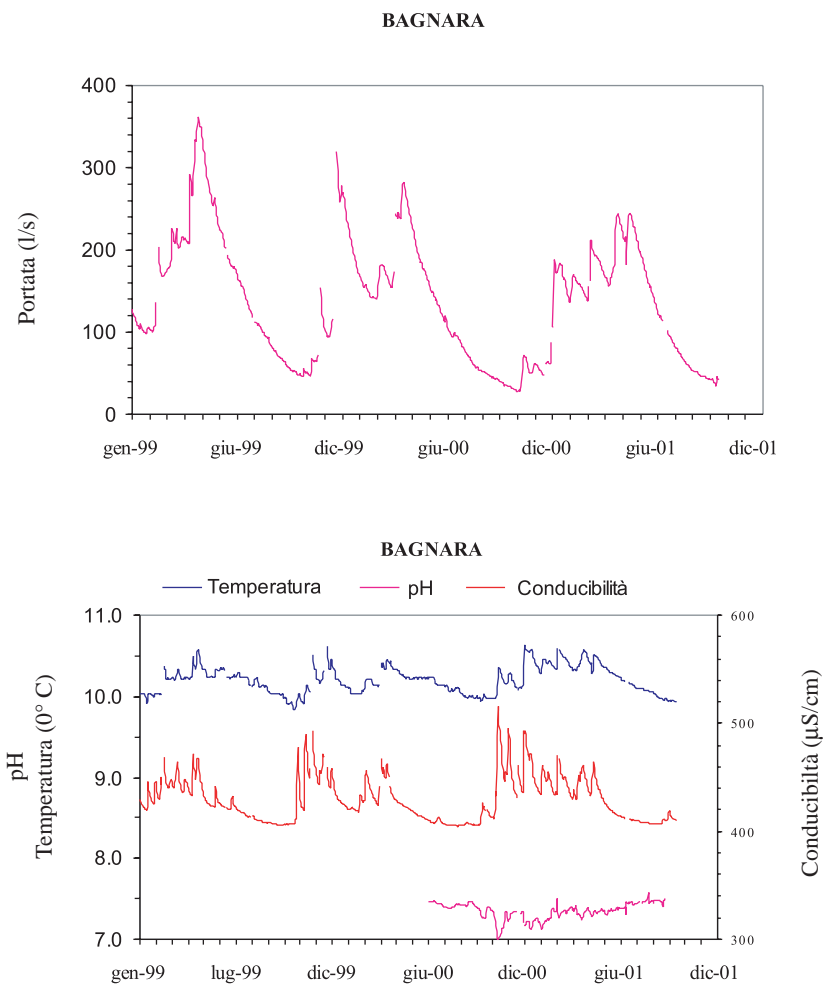
Per interpretare ed elaborare i dati a fini scientifici, è stato stipulato un accordo di programma per la collaborazione tecnico-scientifica con l'Università degli Studi di Perugia. L'analisi dei dati, in corso di studio, consentirà una caratterizzazione idrogeologica delle sorgenti monitorate basata su dati continui ed affidabili, con margini di errore limitati all'approssimazione del sistema di misura. Una prima osservazione dei dati acquisiti mostra che nel sistema appenninico umbro-marchigiano la fase di morbida delle sorgenti è in genere primaverile, mentre la magra può variare dal mese di ottobre fino a gennaio, se le piogge autunnali non sono particolarmente significative. Per quanto riguarda la conducibilità elettrica e la temperatura, si evidenziano andamenti costanti nel tempo per la maggior parte delle sorgenti monitorate; fanno eccezione le sorgenti di Bagnara e Capo d'Acqua di Fabriano, che rispondono alle forti piogge primaverili ed autunnali con bruschi incrementi di portata e di conducibilità, associati ad aumenti della torbidità e del contenuto salino.

Lo studio finalizzato ad evidenziare eventuali interazioni tra eventi sismici e chimismo delle acque inizierà dal mese di Gennaio, al termine del progetto Micrat. Dopo una prima fase di validazione dei dati acquisiti dalle stazioni, effettuata con le metodologie precedentemente menzionate, sarà necessaria una trattazione più avanzata dei dati, utilizzando:

- A) tecniche di analisi delle serie temporali, sia nello spazio dei tempi, sia in quello delle frequenze, per filtrare le informazioni ed evidenziare fenomeni periodici e variazioni nel tempo;
- B) tecniche simili a quelle per lo studio di qualità dei prodotti industriali (carte di qualità, variazioni cumulate), per evidenziare derive e mutamenti delle grandezze monitorate;
- C) tecniche della statistica multivariata, per evidenziare correlazioni tra le diverse variabili.

Per verificare l'eventuale interazione tra eventi sismici ed acquiferi, sarà essenziale distinguere le variazioni del chimismo delle acque legate all'azione dei terremoti dalle variazioni stagionali e da eventuali interferenze esterne, quali gli interventi antropici sulle opere di captazione e i disturbi indotti dalle procedure di calibrazione degli elettrodi di misura. Le variazioni dei parametri monitorati, evidenziate con le tecniche indicate nei punti A), B) e C), non devono pertanto essere correlate con il solo chimismo delle acque, ma anche con la portata, le condizioni di emungimento (nel caso di pozzi), la piovosità e tutti gli interventi esterni precedentemente citati.

Operando in tal senso, sarà possibile individuare la presenza di anomalie riferibili in modo significativo agli eventi sismici.



### Bibliografia

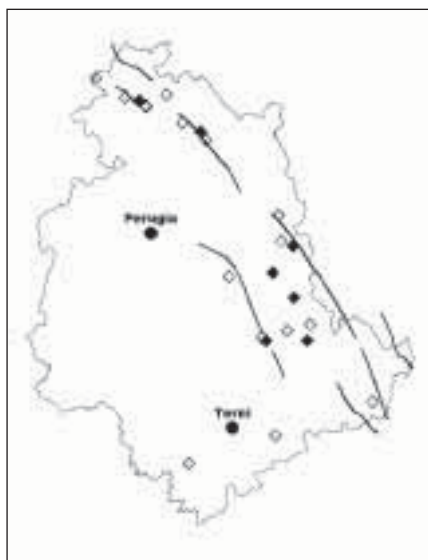
- Marchetti G., Martinelli A., Nucci M., Guidi M., Scozzari A. (2000) – *La rete di Monitoraggio remoto delle sorgenti appenniniche umbre* – Pubbl. IGEA n. 14 anno 2000.
- Nucci M., Frondini F., Guidi M., Marchetti G., Scozzari A., Zanzari A. (2001) – *Il monitoraggio idrogeochimico finalizzato alla conoscenza delle interazioni tra eventi sismici ed acque sotterranee.* – Acque Sotterranee, Fasc. n. 73 - Ottobre 2001.

## Il monitoraggio geochimico delle acque sotterranee e dei gas disciolti nell'ambito del progetto MICRAT

F. Frondini, G. Marchetti, *ARPA Umbria*; A. R. Zanzari, *Università degli Studi di Perugia*

### Introduzione

Il progetto MICRAT, di cui l'ARPA-Umbria è capofila, si propone di monitorare le variazioni chimiche delle acque sotterranee nell'area sismica dell'Umbria occidentale al fine di individuare eventuali relazioni tra attività sismica e chimismo delle acque. Nell'ambito del progetto è stato effettuato il monitoraggio idrochimico di 24 sorgenti e pozzi ed il monitoraggio dei gas disciolti di 8 sorgenti selezionate sulla base delle caratteristiche idrogeologiche ed idrochimiche e per la loro posizione rispetto alle principali strutture sismogenetiche presenti in Umbria. La localizzazione dei punti campionati è mostrata in figura 1. Durante la prima campagna (Aprile 2000) il campionamento dei gas disciolti è stato effettuato su tutti i punti messi sotto osservazione dal progetto eccetto il punto Capuzza per il quale è impossibile il campionamento dei gas. Sui campioni, eseguiti in doppio, sono stati analizzati i contenuti di Ar, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ed O<sub>2</sub> a partire dai campionamenti di ottobre 2000.



**Figura 1 - Mappa di campionamento.** Nella figura sono riportate le principali faglie sismicamente attive (semplificata da Lavecchia et al., 2000)

### Geochimica delle acque

Sulla base delle caratteristiche idrogeologiche ed idrochimiche sono stati distinti quattro tipi di acquiferi principali i cui caratteri chimici di base sono ben rappresentati nel diagramma *Langelier-Ludwig* di figura 2.

1. Calcari e calcari marnosi Mesozoici (principalmente Cretace Eocenici) stratificati e fratturati, caratterizzati dalla circolazione di acque a bassa salinità e marcatamente bicarbonato-calciche.
2. Formazioni carbonatico-evaporitiche giurassiche e tardo-triassiche, permeabili per fatturazione e carsismo, che danno origine ad acque di composizione solfato-carbonatica caratterizzate da tempi di circolazione più lunghi, maggiore salinità e più elevato contenuto di Magnesio e Stronzio rispetto alle precedenti.

3. Acquiferi profondi prevalentemente localizzabili nelle evaporati triassiche presenti al nucleo delle anticlinali appenniniche e pre-appenniniche. Le sorgenti campionate di Triponzo (solfato-clorurato) e Stifone (a NaCl prevalente ed alta  $\text{PCO}_2$ ) sono rappresentative di quest'ultimo tipo di acquiferi.
4. Acquiferi ospitati da formazioni continentali Quaternarie e Plio-Pleistoceniche, permeabili per porosità, con chimismo generalmente bicarbonato alcalino terroso e tenori molto variabili di Na, Mg,  $\text{SO}_4$  ed  $\text{NO}_3$  che dipendono sia dalle caratteristiche mineralogiche della matrice solida che da possibili fenomeni di contaminazione diffusa.

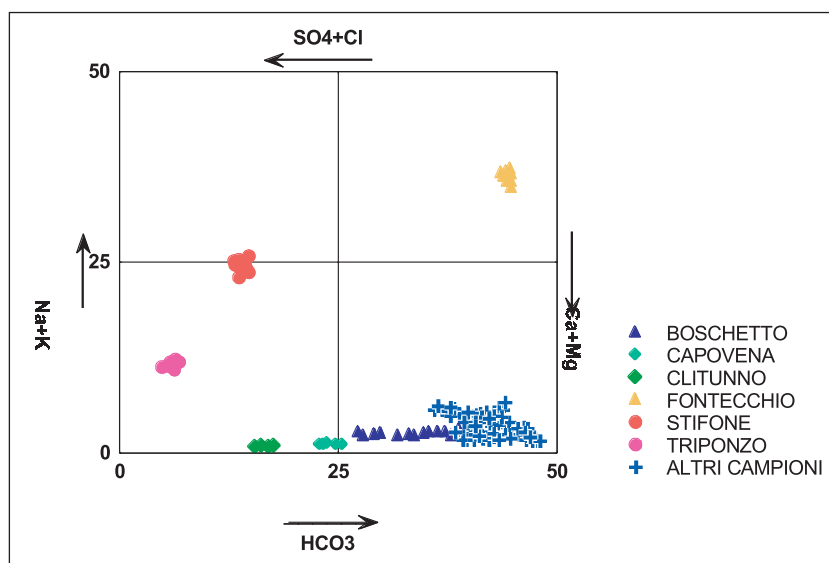


Figura 2 - Diagramma di *Langelier-Ludwig* per le sorgenti ed i pozzi monitorati

Durante il periodo di monitoraggio gran parte delle acque hanno mostrato delle variazioni delle caratteristiche chimiche, generalmente di tipo ciclico-stagionale, relazionabili al regime idrologico delle sorgenti studiate.

- i parametri che subiscono le maggiori oscillazioni sono i solfati, in molti casi associati ad una analoga variazione del magnesio e dei cloruri;
- i punti d'acqua che mostrano le maggiori variazioni sono Bagnara, Boschetto ed Alzabove che sono termini di miscela di una componente superficiale carbonato-calcica ed una componente più profonda a solfati e le terme di Fontecchio in cui il contenuto di solfati è fortemente influenzato dalla coppia ossido-riduttiva  $\text{SO}_4^{2-}/\text{S}^{2-}$ ;
- il contenuto in Solfati aumenta generalmente durante i periodi di magra ad eccezione della sorgente di Bagnara dove l'aumento di Solfati coincide invece con il periodo di morbida.

## Geochimica dei gas disciolti

Per quanto riguarda i gas disciolti tutti i campioni analizzati sono interpretabili come miscele tra una componente atmosferica (aria disciolta in acqua) ed una "profonda" costituita essenzialmente da  $\text{CO}_2$ . Gran parte dei campioni analizzati hanno  $\text{N}_2$  come componente principale mentre risultano a  $\text{CO}_2$  dominante le sorgenti di Battifossi, Caicivitella e S. Anna nell'Umbria settentrionale e Triponzo e Stifone in Valnerina infine Fontecchio è a  $\text{CH}_4$  dominante con una seconda componente importante a  $\text{CO}_2$ . Il  $\text{CH}_4$  è presente anche nei campioni Tili e Triponzo.

Nella maggior parte dei casi il rapporto  $\text{N}_2/\text{Ar}$  indica equilibrio tra acqua e atmosfera a temperature fra 5 e 20° C. In alcuni campioni come Bagnara, Capovena, Capodacqua tale rapporto è più alto di quello calcolato dalle solubilità teoriche dei due gas a causa di un processo di intrappolamento di bolle di aria da parte dell'acqua prima di raggiungere la zona satura. Infine, le acque di Fontecchio sono caratterizzate da un considerevole contenuto di Metano ( $p\text{CH}_4 > 1\text{bar}$ ) che si separa dal liquido con la formazione di bolle ben visibili alla sorgente. Questo processo induce l'estrazione ("*stripping*") di altre specie gassose disciolte. Il risultato è che l'acqua viene impoverita nel contenuto di queste specie in modo inversamente proporzionale alle loro solubilità teoriche con un arricchimento relativo in Argon rispetto ad  $\text{N}_2$ .

## Considerazioni conclusive

Durante i 20 mesi circa di monitoraggio, nell'area di studio non si sono verificati eventi sismici rilevanti e non sono state individuate variazioni nel chimismo delle acque sotterranee direttamente riconducibili ad essi. Tutte le maggiori variazioni rappresentano quindi gli andamenti di base delle sorgenti e dipendono principalmente dalle caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi e dal loro regime idrologico. La loro conoscenza costituisce la base necessaria per l'individuazione e l'interpretazione di eventuali perturbazioni dei sistemi idrogeologici in caso di stress sismico.





## La crescita di cianoficee nel lago trasimeno: il modello di controllo

E. Funari, A. Crobe, L. Fava, S. Scardala, *Istituto Superiore di Sanità, Roma*  
A. Morosi, M. Di Brizio, *ARPA Umbria, Perugia*  
S. Ventura, M.C. Margheri, M.A. Mugnai, C. Sili, L. Tomaselli, S. Turicchia, *CNR -  
Centro di Studio dei Microorganismi Autotrofi Firenze*

### Introduzione

I cianobatteri sono un gruppo di batteri fotosintetici distribuiti su tutto il pianeta. Possono accumularsi nelle acque superficiali fino a formare le cosiddette fioriture e concentrarsi sulla superficie come schiume. Producono diverse categorie di tossine che sono classificate, a seconda degli effetti che causano, in: epatotossine, neurotossine e endotossine lipopolisaccaridiche – LPS endotossine (An and Carmichael, 1994). In condizioni adeguate, i cianobatteri possono riprodursi abbastanza rapidamente e formare così fioriture. I tempi di replicazione variano tra le diverse specie e all'interno di esse e dipendono da fattori ambientali quali la temperatura, luce e disponibilità di nutrienti. Nel 50-75% dei casi, le fioriture di cianobatteri risultano tossiche, spesso con più tossine presenti contemporaneamente (Byth, 1980). Nonostante l'importanza ambientale e sanitaria delle fioriture dei cianobatteri, a livello comunitario e nazionale non è stata ancora predisposta una normativa nazionale adeguata.

Infatti, il problema è stato affrontato solo nell'ambito della normativa che regola la qualità delle acque ad uso balneare (DPR 470/82) con due successivi e parziali provvedimenti: il Decreto del Ministero della Sanità del 17 giugno 1988 convertito nella legge n. 185/1993 sui "Criteri per la definizione dei programmi di sorveglianza per la rilevazione di alghe aventi possibili implicazioni igienico-sanitarie" e con una nota del Ministero della Sanità del 31 luglio 1998. Provvedimenti dettati più dalle esigenze dell'uso balneare delle acque di mare che di quelle delle dolci superficiali che, talvolta, vedono associati i problemi dell'uso balneare e di quello idropotabile. Come, appunto, nel caso del Lago Trasimeno, le cui acque sono utilizzate per ambedue gli usi.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha invece affrontato recentemente in più occasioni gli aspetti sanitari di questo problema, proponendo linee guida in relazione a valori limite, attività di monitoraggio e di gestione (WHO, 1998; Chorus and Bartram, 1999; Bartram and Rees, 2000).

Il Lago Trasimeno (43° 09' N, 12° 06' E; 275 m a.s.l.; 124 km<sup>2</sup>) è un bacino con bassi fondali e sponde con leggera pendenza, ha un volume di circa 580 milioni di m<sup>3</sup> ed una profondità media di circa 4,7 metri. L'idrologia, per la presenza di immissari a scarsa portata, è condizionata prevalentemente dalle condizioni climatiche. Il movimento dell'acqua è sostenuto prevalentemente dal vento. Il lago, di fatto, è un bacino chiuso con un tempo stimato di ricambio dell'acqua di circa 24 anni, che va incontro ad un accumulo dei nutrienti e degli inquinati. Attorno al lago è presente una discreta attività agricola e zootecnica, ed immediatamente a

ridosso del lago sono ubicati dei piccoli e medi centri abitati. La popolazione gravitante non supera i 37.000 abitanti con aumenti consistenti nel periodo estivo per il turismo. Il carico stimato per le attività agro-zootecniche è di circa 200.000 AE, quello industriale non supera i 70.000 AE. Il lago presenta una tendenza naturale alla eutrofizzazione, secondo il criterio OECD-*Vollenweider*; attualmente, il lago è classificabile come mesotrofico, con fosforo limitante. Il lago va incontro a periodiche fioriture di macrofite e algali, tra cui cianobatteri (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*, *Anabaena circinalis*, *Mycrocystis aeruginosa*), con conseguenti alti valori di pH e di Ossigeno disciolto.

Per tali motivi l'uso balneare delle acque del lago è autorizzato sulla base di una deroga ai valori di ossigeno disciolto; deroga che prevede l'attivazione di programmi annuali di sorveglianza per il controllo delle specie algali che possono produrre biotossine di cui al citato DM 17.06.1988 (Criteri per la definizione dei programmi di sorveglianza per la rilevazione di alghe aventi possibili implicazioni igienico-sanitarie). Le relazioni annuali, riepilogative delle campagne di sorveglianza, sono utilizzate dalla Regione e dal Ministero per la riconcessione della deroga.

Va rilevato inoltre che le acque del lago sono utilizzate, dopo potabilizzazione, per l'approvvigionamento idrico della popolazione rivierasca (Comune di Castiglione del Lago). Il trattamento di potabilizzazione prevede flocculazione, sedimentazione, pretrattamento con biossido di cloro, filtrazione su carbone attivo e clorazione finale con biossido.

Temi questi all'attenzione della stessa Autorità di Bacino del Fiume Tevere e compresi nel "Piano di bacino stralcio del Lago Trasimeno" pubblicato sulla G.U. del 14.10.2000.

Allo scopo di approfondire la problematica della presenza dei cianobatteri nelle acque del Lago Trasimeno e ridefinire un piano di monitoraggio delle acque coerente con le più attuali acquisizioni scientifiche è stato avviato un progetto pluriennale di collaborazione tra ARPA, ISS ed il Centro di Studio dei Microrganismi Autotrofi del CNR (CSMA) di Firenze. Attraverso questo progetto saranno definite le linee guida e le metodologie di monitoraggio e di gestione del problema.

Con questa comunicazione vengono presentati l'approccio metodologico del progetto e i primi risultati finora conseguiti nel periodo luglio – ottobre 2001.

### Schema di lavoro

Lo schema di lavoro per lo studio della comunità microbica del Lago Trasimeno ha preso il via dalla selezione di sette punti del lago nei quali effettuare periodici campionamenti (Lido Albaia, Centro lago, Fosso Anguillara, Rio Pescaia, Lido Arezzo, Fosso Paganico, Fosso Macerone). È stato selezionato, un altro punto, presso la captazione del potabilizzatore di Castiglione del Lago. I campioni, raccolti ogni quindici giorni, vengono suddivisi ed inviati ai tre laboratori (ARPA, ISS e CSMA) per le successive procedure analitiche. Il laboratorio ARPA si occupa della determinazione di vari parametri chimico fisici e tra questi del dosaggio della clorofilla. Per quanto riguarda la conta dei cianobatteri, nella prima fase del lavoro ARPA e CSMA, in stretta collaborazione, hanno messo a punto la metodologia di conta utilizzando camere a sedimentazione. A regime, la conta dei cianobatteri verrà effettuata indipendentemente da ARPA e CSMA al fine di veri-

ficare la riproducibilità della metodologia. Il laboratorio CSMA si occupa dell'identificazione tassonomica dei cianobatteri presenti nel lago Trasimeno, della documentazione fotografica, dell'isolamento in coltura pura dei ceppi cianobatterici, necessario per la successiva caratterizzazione biochimica (produzione di tossine) e molecolare e della messa a punto di un sistema di identificazione basato sulle caratteristiche molecolari dei cianobatteri tramite la innovativa tecnologia TGGE (*Temperature Gradient Gel Electrophoresis*). Il laboratorio dell'ISS si occupa della determinazione di cianotossine tramite approcci immunochimici (test ELISA) e cromatografici (HPLC-MS). In una prima fase è stato ritenuto opportuno Analizzare la microcistina LR. Questa tossina risulta infatti come la sostanza più tossica all'interno della categoria delle microcistine. Come tale è stata esaminata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità che ne ha definito un valore di linea guida di  $1 \mu\text{g} / \text{l}$  per la qualità dell'acqua potabile, per un'esposizione a lungo termine. Il progetto prevede successivamente l'analisi di altre cianotossine, sulla base dei risultati della caratterizzazione tassonomica dei cianobatteri e la determinazione dei loro livelli anche all'interno delle cellule.

Le finalità dell'accordo di collaborazione tra ARPA Umbria, CSMA e ISS sono dupplici. La prima fase, ormai in fase di avanzata realizzazione, ha riguardato la messa a punto di un protocollo di identificazione e monitoraggio dei cianobatteri costituenti la comunità del Lago Trasimeno tramite l'uso delle tecniche convenzionali: riconoscimento morfologico, conta, determinazione della tossicità dei campioni con kit ELISA. Nella seconda fase, che proseguirà fino a fine estate 2003, verrà sviluppato e adattato all'ambiente in studio un approccio molecolare che permetterà di identificare i membri della comunità cianobatterica tramite la rilevazione di frammenti di DNA specifici direttamente isolati da campioni ambientali. Tramite la tecnologia TGGE, il sistema fornirà una "impronta digitale molecolare" della comunità cianobatterica del lago, in grado anche di fornire indicazioni sulla comparsa di nuove specie. L'approccio molecolare sarà complementato, sul versante chimico, dall'implementazione di metodi cromatografici per la determinazione di cianotossine specialmente focalizzati sulle specifiche tossine prodotte dalle specie individuate nella prima fase.

## Risultati e discussione

In questa fase sono presentati i primi esiti relativi alle medie delle conte quindicinali di cianobatteri ed ai generi dominanti ed alle concentrazioni medie quindicinali di clorofilla rilevate nei sette punti ed i livelli di tossina disciolta (non intracellulare) rilevata in 13 campioni di acqua compresi quelli prelevati presso la captazione del potabilizzatore di Castiglione del Lago.

Per quanto riguarda le concentrazioni di clorofilla il picco più alto, pari a  $9,3 \text{ m/l}$ , è stato rilevato nel controllo di fine luglio. Per quanto riguarda la conta dei cianobatteri il valore medio più alto, pari a  $13.197.000$  individui/l, è stato rilevato nei campioni prelevati nel primo campionamento di agosto. I generi di cianobatteri risultati dominanti sono risultati: *Geitlerinema*, *Leptolyngbya*, *Cylindrospermopsis*, *Planktothrix*.

I risultati finora ottenuti riguardano i livelli di tossina disciolta (non intracellulare) in 13 campioni di acqua. La microcistina LR è risultata in 7 campioni a valori inferiori al limite di sensibilità del metodo ( $0,001 \text{ ug/l}$ ). Negli altri campioni è stata determinata a livelli mai superiori a  $0,01 \text{ ug/l}$ , cioè cento volte inferiori al-

la linea guida dell'OMS. Anche i primi risultati ottenuti applicando un dosaggio immunoenzimatico (test commerciale Elisa) confermano i livelli sopra indicati. Ad ogni modo questi risultati sono stati ottenuti in un tempo molto breve e necessitano di ulteriori conferme.

A conclusione di questa prima fase di lavoro si può dire che il livello di comparabilità delle conte dei cianobatteri eseguite da ARPA e da CSMA è soddisfacente, ponendo la base, secondo gli obiettivi del progetto, per una successiva rifinitura della metodologia di conta (cellule, filamenti, biovolume). Le concentrazioni di clorofilla e di cianobatteri sono risultate coerenti con quanto indicato dall'OMS come limite di sicurezza per le fioriture di cianobatteri, una concentrazione di clorofilla inferiore a 10 mg/l ed una concentrazione di cianobatteri inferiore a 20 milioni di individui. Altrettanto per quanto riguarda le tossine algali le concentrazioni sono inferiori ai valori indicati dall'OMS, anche se questi risultati sono relativi ad un arco di tempo (luglio-ottobre) abbastanza ristretto. La prosecuzione del lavoro negli anni 2002/2003 dovrà dare le necessarie conferme.

## Lo stato di qualità ambientale delle acque dei laghi dell'alto Appennino modenese

Vittorio Boraldi, Anna Maria Manzieri

ARPA Emilia-Romagna Sezione Modena

Francesco Mantelli, ARPA Toscana

Giacomo Mencarelli, Tesista dell'Università degli Studi di Parma

La ricerca si è sviluppata su diversi obiettivi primo fra i quali l'aggiornamento e la sistematizzazione dei dati conoscitivi pregressi al fine di poter predisporre le condizioni per l'attuazione di un'analisi valutativa sull'evoluzione qualitativa dei corpi idrici, in relazione alla pressione antropica e naturale subita nel tempo.

Per questo motivo, partendo dai numerosi dati raccolti sul campo, sono state predisposte diverse analisi volte alla individuazione del grado di vulnerabilità dell'ecosistema, che può essere stimato attraverso la sua fragilità intrinseca ed al rischio di perturbazione. La fragilità intrinseca rappresenta l'insieme delle ca-

atteristiche naturali che rendono l'ambiente più o meno sensibile al degrado.



Lago Pratignano

### Caratteristiche idrochimiche delle precipitazioni

L'acidificazione delle piogge è dovuta principalmente all'aumento delle emissioni di componenti gassose in atmosfera come gli ossidi di zolfo ( $\text{SO}_2$ ), e gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) originati

prevalentemente dalle attività antropiche. Il pH delle piogge è acido naturalmente per dissoluzione dell'anidride carbonica presente nell'atmosfera ( $\text{pH} = 5,65$ ), per cui l'aumento delle emissioni antropiche di anidridi gassose trasformate in acidi attraverso reazioni con l'acqua, sposta il pH dell'acqua verso valori di acidità più marcata. L'aumento dell'acidità delle piogge provoca effetti negativi oltre che sulle acque superficiali (fiumi, laghi, acque marine) anche sulla vegetazione.

In entrambe le stazioni gli andamenti pluviometrici sono simili; a Pievepelago le precipitazioni sono sempre quasi il doppio di quelle rilevate nella stazione di Modena.

I valori di pH rimangono sempre su valori acidi in entrambe le stazioni; a Pievepelago il pH delle precipitazioni meteoriche risulta inferiore a quello rilevato a Modena, in parziale contraddizione a quanto precedentemente descritto in riferimento alla presenza di Solfati e di Nitrati solitamente più elevati nelle aree industrializzate o urbane.

Un altro fattore che sicuramente influisce sul bilancio idrogenionico è la presenza più o meno elevata dei cloruri. A Pievepelago i livelli quantitativi riscontrati sono equiparabili alle altre stazioni della rete RIDEP, ma considerando che la concentrazione ionica totale è nettamente inferiore, ne consegue una loro incidenza percentuale maggiore. Poiché i cloruri evidenziano una buona correla-

zione con lo ione sodio, si può ipotizzare che l'apporto sia attribuibile all'influenza dello *spray* marino proveniente dal mar Tirreno.

Un ulteriore elemento che influisce sull'acidità più elevata riscontrata nelle deposizioni raccolte presso la stazione pluviometrica di Pievepelago, potrebbe essere riconducibile all'azione alcalina indotta dall' $\text{NH}_3$ .

Nelle stazioni di pianura si rileva una maggior concentrazione di  $\text{NH}_3$ , causata prevalentemente dal comparto zootecnico e dal maggior utilizzo di fertilizzanti chimici, che provoca effetti di neutralizzazione dell'acidità atmosferica, come risulta ben evidenziato, nel grafico sottoriportato, dall'andamento della concentrazione dello ione ammonio.

### Analisi chimico-fisiche delle acque lacustri e dei relativi immissari ed emissari

In generale si evidenzia come le scarse deposizioni del periodo estivo ed il concomitante incremento dell'evapotraspirazione causino una diminuzione generale del volume idrico dei bacini lacustri con conseguente incremento della mineralizzazione delle acque. Infatti le concentrazioni ioniche in questo periodo sono mediamente doppie rispetto a quelle rilevate nei mesi di maggio-giugno, in cui si registrano gli effetti delle piogge autunnali e dello scioglimento nivale.

Nel lago Santo tutti i valori di alcalinità sono al di sopra dei  $400 \mu\text{eq/l}$ , dunque il rischio di acidificazione sembra totalmente assente. Con le prime piogge autunnali la capacità tampone, concentrata sotto forma di bicarbonati nelle acque più profonde, viene ridistribuita su tutta la colonna d'acqua, determinando una variabilità meno accentuata rispetto a quanto si riscontra negli altri corpi lacustri monitorati.

Come per il lago Santo anche per la maggior parte degli altri ambienti lacustri emerge una buona capacità di reazione all'effetto delle piogge acide, più elevata per i bacini di maggiori dimensioni. Soltanto il lago Rondinaio e il lago delle Piogge che sono alimentati esclusivamente dalle precipitazioni meteoriche presentano un rischio reale.

Lago	Alcalinità totale	Ottobre '96	Giugno '97	Ottobre '97	Giugno '98	Ottobre '98	Giugno '99	Luglio '99
Santo	$\mu\text{eq/l}$	655	508	655	508	525	590	-
Baccio	$\mu\text{eq/l}$	329	239	472	293	451	295	-
della Porticciola	$\mu\text{eq/l}$	334	159	334	143	451	226	-
delle Piogge	$\mu\text{eq/l}$	-	-	-	30	210	asciutto	-
Rondinaio	$\mu\text{eq/l}$	67	52	-	36	203	asciutto	-
Torbido	$\mu\text{eq/l}$	249	-	-	393	180	451	-
Turchino	$\mu\text{eq/l}$	590	718	765	472	582	759	-
Pratignano	$\mu\text{eq/l}$	-	-	-	636	-	-	-
Scaffaiolo	$\mu\text{eq/l}$	-	-	-	728	-	-	836

Da una complessiva analisi comparativa dei dati analizzati si può considerare che la qualità generale dei corpi lacustri esaminati è più che soddisfacente. Non si evidenzia una sostanziale diversità fra le acque lacustri a maggiore interazione con l'ambiente antropico (lago Santo, Baccio, Pratignano, Scaffaiolo, Turchino e Torbido), causa la loro più facile accessibilità e fruibilità da parte del flusso turistico, con gli altri laghi (Porticciola, delle Piogge, Rondinaio) che in virtù

		Lago Santo	Lago Baccio	Lago della Porticciola	Lago delle Piogge	Lago Rondinaio	Lago Torbido	Lago Turchino	Lago Pratignano	Lago Scaffaiolo
Ossigeno disciolto	mg/l	8,7	8,7	10,2	8,9	8,9	8,7	9,6	7,1	7,7
Conduc. El. Spec. sul posto	µS/cm 25 °C	72	49	41	15	15	31	52	69	80
pH		7,40	7,18	6,88	-	-	7,10	-	7,0	8,0
Ammonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cloruro	mg/l	2,83	2,16	2,80	2,12	2,12	2,30	2,38	2,00	2,00
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	< 0,1	1,02	1,23	1,05	1,05	0,52	1,05	< 0,1	0,50
Solfato	mg/l	3,98	3,08	3,05	2,23	2,23	2,50	3,85	1,90	2,20
Sodio	mg/l	2,02	2,15	1,94	1,48	1,48	1,69	2,08	1,27	1,25
Potassio	mg/l	0,57	0,35	0,23	-	-	-	-	0,40	0,44
Calcio	mg/l	4,56	7,98	7,15	1,37	1,37	4,22	9,33	11,40	15,30
Magnesio	mg/l	9,06	0,71	0,51	0,31	0,31	0,51	0,72	1,54	0,37
Durezza totale	°F	-	-	-	-	-	1,2	1,0	-	-
Fosfati (P205)	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ferro totale	mg/l	< 50	55	65	-	-	-	< 50	-	-
Manganese	mg/l	20	< 20	< 20	-	-	-	< 20	-	-
Alluminio	mg/l	-	30	29	-	-	-	14	-	-
Cadmio	mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-	-	-	< 0,5	-	-
Cromo	mg/l	< 2	< 2	< 2	-	-	-	< 2	-	-
Piombo	mg/l	< 2	< 2	< 2	-	-	-	< 2	-	-
Nichel	mg/l	< 4	< 4	< 4	-	-	-	< 4	-	-
Rame	mg/l	< 10	< 10	< 10	-	-	-	-	-	-
Zinco	mg/l	< 20	< 20	< 20	-	-	-	-	-	-
Boro	mg/l	< 100	< 100	< 100	-	-	-	-	-	-
Bario	mg/l	< 25	-	< 25	-	-	-	-	-	-

della loro ubicazione possono ipoteticamente ritenersi come bianco di riferimento con condizioni prossime all'idealità.

I parametri indicatori della pressione antropica, quali i composti azotati e fosforati, risultano presenti a livelli quantitativi tali da non evidenziare particolari situazioni di criticità. I nitrati si attestano nell'intervallo 0,1- 1 mg/l ed i fosfati al di sotto della soglia di rilevabilità analitica. Anche la ricerca della presenza di metalli pesanti ha fornito risultati soddisfacenti, con una non rilevabilità della quasi totalità dei parametri esaminati, solo gli ioni ferro ed alluminio, naturalmente presenti, sono stati riscontrati a concentrazioni superiori alla soglia analitica.

## Conclusioni

L'acquisizione di un congruo *set* di dati, riferiti sia alle condizioni morfometriche, chimico-fisiche, microbiologiche, trofiche che biologiche, ci consente di affermare che lo stato di qualità dei corpi lacustri risulta complessivamente buono e che non si è riscontrata, in relazione al "rischio di perturbazione", una loro significativa differenziazione. È comunque da sottolineare come "l'intrinseca fragilità strutturale" dei laghi indagati richieda un'ineludibile continua e periodica attività di monitoraggio sia sugli ambienti lotici che sulle precipitazioni umide, al fine di rilevare con tempestività la pur minima compromissione di questi ambienti ad elevato valore ambientale per l'intero territorio provinciale.



## Messa a punto del monitoraggio delle acque superficiali

**Giacomo Raffetto, Anna Maria Risso,  
Vanessa Sarah Salvo, Valeria Tomei**

*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure*

La situazione esistente in Liguria, prima della costituzione dell'Agenzia, era di notevole disomogeneità tra i vari dipartimenti, con differenti approcci, notevoli differenze di approfondimento e mancanza di una rete organica di monitoraggio. Dal 1998, si è iniziata, anche attraverso progetti finanziati dalla Regione Liguria, una serie di attività che hanno consentito di effettuare, dall'inizio del 2001, il monitoraggio previsto dal D. Lgs. 152/99 all'allegato 1, in maniera uniforme e coordinata su tutto il territorio ligure.

L'obiettivo principale di tali progetti, era predisporre, in base alle indicazioni del D. Lgs. 152/99, il programma dettagliato di monitoraggio per quanto riguarda la fase conoscitiva iniziale e raccogliere le informazioni utili alla valutazione degli elementi necessari a definire lo stato ecologico dei corpi idrici superficiali, costituendo il primo nucleo di un archivio anagrafico sistematico.

Le tappe principali, che in parte si sono svolte contemporaneamente, soprattutto nel corso del 2000, sono state:

- definizione dello stato di fatto e delle necessità conoscitive;
- messa a punto delle caratteristiche della rete;
- prima redazione di un archivio anagrafico dei corpi idrici;
- diffusione delle conoscenze e standardizzazione delle procedure all'interno dell'Agenzia, soprattutto per quanto riguarda le analisi biotossicologiche e l'IBE che prima erano effettuati solo da alcuni dipartimenti;
- redazione del progetto esecutivo di monitoraggio e valutazione delle risorse necessarie.

### Caratteristiche generali della rete di monitoraggio

Per definire una rete di monitoraggio, occorre in primo luogo suddividere i corpi idrici interessati in "tratti". Essi, in base alle concezioni sottostanti al Decreto stesso, possono essere definiti come una porzione di corpo idrico con caratteristiche ambientali e di influenza antropica relativamente uniformi e pertanto tale da poter essere descritta da un solo punto di rilevamento (stazione).

In secondo luogo, disponendo di risorse limitate e dovendo comunque rispondere a differenti necessità conoscitive, si è organizzato il monitoraggio su tre livelli differenti:

- a) nazionale: stazioni riguardanti i corpi idrici significativi a livello nazionale, necessarie per rispondere alle domande di informazione statale e della U.E;
- b) regionale: stazioni necessarie per ottemperare alle esigenze conoscitive e di programmazione della Regione, che richiedono un maggiore dettaglio; i corpi idrici prioritari e le analisi relative sono stati definiti in accordo con gli Uffici regionali;

- c) locale: il dettaglio è massimo per poter rispondere alle necessità particolari degli Enti locali e per acquisire informazioni legate ad esigenze anche limitate nel tempo.

### Archivio anagrafico

Nell'identificazione dei corpi idrici da censire, sono stati seguiti i criteri del D. Lgs. 152/99. Sui corpi idrici selezionati, è stata realizzata la raccolta dei principali dati localizzativi e descrittivi. I dati essenziali sono stati raccolti su uno specifico DB, mentre quelli descrittivi, in attesa di indicazioni formali a livello centrale, su schede "word".

Il numero dei corsi d'acqua identificati come da censire, suddivisi nelle varie categorie utilizzate per l'identificazione, è indicato nel prospetto seguente.

<i>Categoria</i>	<i>Num. corsi d'acqua</i>
superficie pari o superiore a 9,7 km <sup>2</sup>	194
esaminati per idoneità per la vita dei pesci	19
destinati alla produzione di acqua potabile	68
monitorati nel censimento dei corpi idrici 1992	21
esaminati dall'Agenzia	92
esaminati da altri Enti	83
Totale (non corrisponde alla somma dei corsi d'acqua identificati in ogni categoria, in quanto sovente vi è una sovrapposizione di motivazioni)	282

Per quanto riguarda i laghi, la normativa non dà criteri legati alla superficie, ma valgono solo le indicazioni generali. Si sono pertanto individuati tutti i laghi di cui si era in qualche modo a conoscenza, trascurando esclusivamente i minimi invasi artificiali. Il numero degli specchi acquei così identificati è risultato pari a 18.

Va innanzi tutto osservato che i corpi idrici elencati come da censire, sono numerosi e pertanto, soprattutto per i corsi d'acqua, non è stato in prima fase possibile procedere per tutti ad una descrizione completa, ma è stato necessario suddividerli in tre categorie:

- *identificati* – per 78 corsi d'acqua in genere di ridottissima rilevanza idrologica, ci si è limitati alla semplice identificazione sul DB;
- *localizzati* – per i 124 corsi d'acqua con bacino superiore ai 10 Km<sup>2</sup> e non compresi nella categoria successiva, sono stati compilati i campi del DB; parimenti ci si è comportati per 9 specchi d'acqua di ridotta rilevanza idrologica ed ambientale;
- *descritti* – per gli 80 corsi d'acqua e per gli 8 laghi valutati come rilevanti, sono stati raccolti i dati descrittivi disponibili basandosi sulle bozze del DM sulla standardizzazione dei dati e la trasmissione delle informazioni. Naturalmente i corpi idrici significativi e quelli regionali prioritari sono tutti compresi in questa categoria.

## Progetto esecutivo

Innanzitutto, sono stati identificati i corpi idrici significativi a livello nazionale e quelli regionali prioritari. Per ciascuno, in accordo con i competenti Dipartimenti, sono state localizzate le relative stazioni. Per ciascuna è stata stabilita puntualmente la localizzazione e le conseguenti coordinate, i comparti ambientali da esaminare, le analisi addizionali e la loro cadenza temporale. Gran parte del territorio ligure è comunque sottoposto a monitoraggio, come risulta dalla figura al termine del report che rappresenta tutti i corpi idrici esaminati. Di seguito, è invece riportato un prospetto riassuntivo con il relativo numero delle stazioni:

<i>Dipartimento</i>		<i>NAZ</i>	<i>REG</i>	<i>Vita Pesci</i>	<i>VP Naz</i>	<i>TOTALE</i>
<i>CORSI d'ACQUA</i>	<i>IM</i>	3	5	0	0	8
	<i>SV</i>	3	3	7	1	14
	<i>GE</i>	4	10	8	0	22
	<i>SP</i>	0	0	9	2	11
<i>LAGHI</i>	<i>GE</i>	0	0	2	1	3
<i>TOTALE</i>		10	18	26	4	58

I profili analitici sono stati stabiliti in base alle necessità conoscitive, alla luce delle indicazioni emerse dall'attività svolta per conto del CTN\_AIM, ed alle effettive possibilità operative dei laboratori.

Gli elenchi dei parametri sono stati trasferiti sul sistema informatizzato di gestione delle analisi, così da consentire una corretta accettazione e gestione dei campioni. Infatti, i dati fisico chimici derivanti dalle attività di monitoraggio seguono l'ordinaria procedura prevista in Agenzia per tutti i dati analitici. I risultati vengono estratti attraverso opportune selezioni, da cui vengono trasferiti su supporti informatici in grado di effettuare le necessarie elaborazioni. È previsto altresì il trasferimento sul Sistema Informativo Regionale Ambientale Ligure secondo modalità in corso di definizione.

Per la descrizione dello stato di qualità ambientale delle acque interne superficiali, verranno calcolati tutti gli indici previsti dal D. Lgs. 152/99 (IBE, LIM, SECA, SACA, SEL, SAL e TSI).

Tutti gli elementi spaziali sono stati trasferiti su cartografie informatizzate basate su quelle messe a punto dalla Regione Liguria.

L'attuazione del progetto sta procedendo regolarmente e sarà possibile classificare, entro il termine stabilito dalla legge, i corpi idrici di interesse nazionale, effettuando contemporaneamente e con gli stessi criteri anche indagini su altri corpi idrici prioritari a livello regionale o locale. L'attività sta proseguendo anche a livello di implementazione del DB relativo all'archivio anagrafico, con il passaggio alla categoria di maggior dettaglio per numerosi corpi idrici.

Concludendo, nel giro di tre anni, si è passati da una situazione caratterizzata da mancanza di conoscenze organiche e da scarsa attenzione ad una allineata con le indicazioni della normativa e generalmente tipica di strutture con una tradizione di indagini ambientali molto più consolidata.



## La rete di monitoraggio in telemisura dei parametri meteo/idrologici ed ambientali della regione Liguria

**Alessandro Robbiano**

*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure*

Il sistema di monitoraggio in telemisura dei parametri fisici e chimico/fisici dell'aria e delle acque interne della Regione Liguria, realizzato a seguito della L.R. 45/94, è attualmente gestito da ARPAL ed è composto da una rete di 102 centraline di rilevamento dati a terra, cui si aggiunge una centralina su boa in mare aperto.

La distribuzione areale delle stazioni di monitoraggio copre abbastanza uniformemente i circa 5400 kmq. della Regione Liguria, con una densità media di una stazione ogni 53 kmq. Tale densità è giustificata dall'articolata varietà del territorio regionale che, in ragione della peculiare e tormentata orografia, vede rappresentata un'ampia varietà di fasce climatiche (da quella mediterranea costiera a quella subcontinentale della fascia pedemontana del versante padano, a quella dell'alta montagna) fittamente accostate e interdigitate le une con le altre in spazi sorprendentemente esigui.

Le linee progettuali che hanno guidato la realizzazione della rete hanno tenuto in considerazione da un lato la preesistenza sul territorio di numerose reti facenti capo a soggetti pubblici e privati, e dall'altro la necessità di fornire dati finalizzati non solo al monitoraggio della qualità ambientale, al perfezionamento della modellistica meteorologica ed agli studi di climatologia regionale, ma anche – e soprattutto – alla gestione in tempo reale delle emergenze alluvionali al servizio della protezione civile.

Preventivamente allo sviluppo del progetto esecutivo si è perciò proceduto ad un censimento dei fornitori di dati meteoidrologici che, analizzato alla luce delle esigenze sopra menzionate, ha permesso di selezionare fra le reti già esistenti quelle che soddisfacevano i necessari requisiti di affidabilità, collocazione e tecnologia.

Ne è risultato un sistema integrato, ad oggi composto da:

- 43 centraline del Servizio Idrografico e Mareografico dello Stato (compartimento di GE);
- 26 centraline dell'Osservatorio Permanente dei Corpi Idrici della Regione Liguria;
- 12 centraline di nuova installazione;
- 10 centraline del Centro di Agrometeorologia Applicata della Regione Liguria;
- 4 centraline della Comunità Montana Valle Stura;
- 3 centraline della Comunità Montana Valle Arroscia;
- 2 centraline dell'Università di Genova;
- 3 centraline di altri Enti.



tratore (*front-end server*) che li distribuisce via ISDN a 5 *client* privilegiati con permessi di lettura in tempo reale; dai *client* privilegiati è inoltre possibile effettuare interrogazioni estemporanee delle centraline. Con cadenza giornaliera gli stessi dati sono poi ridistribuiti dal *front-end server* alle utenze non privilegiate, alla banca dati regionale, ed al *webserver* dedicato per la pubblicazione in differita via *internet/intranet*.

Delle 103 centraline in oggetto, 77 misurano solo parametri meteo-idrologici, 5 misurano solo parametri di qualità delle acque (es. ammoniaca, idrocarburi, fosfati, nitrati, Ph e conducibilità della pioggia, ecc.), mentre le restanti 21 forniscono dati su entrambe le categorie di parametri.

Con l'eccezione delle 5 stazioni dedicate esclusivamente all'analisi delle acque, la quasi totalità delle centraline meteorologiche della rete regionale è equipaggiata *almeno* con la coppia di sensori termometro/pluviometro. In ragione della localizzazione, della sottorete di appartenenza e della significatività del sito, le centraline montano a bordo anche anemometro, igrometro, radiometro, barometro ed altri sensori specifici, come quelli per la misura della bagnatura fogliare. Le stazioni installate sui corsi d'acqua sono ovviamente equipaggiate con idrometro.

Nello spirito di una sempre più puntuale conoscenza della meteorologia e della microclimatologia regionale, è stato programmato l'ampliamento del sistema di rilevamento dati attraverso l'installazione di nuove centraline, attualmente in avanzato stadio di progettazione e finanziamento (già individuati i siti, la sensoristica a bordo e le tratte radio da impegnare). Nella stessa direzione vanno le prossime integrazioni con le reti di altri Enti Pubblici (Provincia di La Spezia), con il conforto della positiva esperienza portata a termine con la rete del Compartimento di Genova del Servizio idrografico e Mareografico.





## Studio per la valutazione in vitro e in vivo della genotossicità di acque superficiali sottoposte a disinfezione

**Silvano Monarca, Claudia Zani, Adriana Alberti**

*Dipartimento di Medicina Sperimentale ed Applicata, Sezione di Igiene, Università degli Studi di Brescia*

**Donatella Bartoli, Elisabetta Ciccarelli, Augusto Morosi**

*ARPA dell'Umbria, Perugia*

*Sezione tematica Conoscenza*

### Introduzione

Le sostanze dotate di attività genotossica presenti nelle acque sono numerose e derivano non solo dagli inquinanti presenti nei corpi idrici di attingimento, costituiti sempre più da acque superficiali per far fronte all'aumentata richiesta di acqua potabile, ma anche dagli stessi processi di disinfezione. Il potenziale rischio per la salute umana è stato posto in rilievo da numerosi studi epidemiologici, condotti per analizzare le associazioni tra consumo di acqua clorata e mortalità causata da tumori, soprattutto vescicali e gastrici (Cantor, 1997; Morris, 1995; Koivusalo e Vartiainen, 1997). Recentemente alcuni ricercatori hanno correlato la mutagenicità idrica con la mortalità per cancro all'apparato gastro-intestinale delle popolazioni che consumavano acque contenenti mutageni (Koivusalo et al., 1995; Schenck et al., 1998; Tao et al., 1999).

Per valutare la formazione di composti genotossici derivanti dalla disinfezione delle acque superficiali destinate al consumo umano è stato allestito un impianto pilota presso l'impianto di potabilizzazione del Comune di Castiglione del Lago (PG) che utilizza l'acqua del lago Trasimeno; ed è stata messa a punto una batteria di test in vitro e in vivo con l'impiego di diversi bioindicatori, sia animali che vegetali. I biocidi studiati in pre-disinfezione nell'impianto pilota sono stati l'ipoclorito di sodio, il biossido di cloro e un nuovo disinfettante, l'acido peracetico ( $\text{CH}_3\text{-COOOH}$ ), usato finora nella disinfezione delle acque reflue (Monarca et al., 1999), ma non ancora studiato per un possibile impiego nella potabilizzazione delle acque.

Scopo di questa comunicazione è presentare la qualità microbiologica e chimica delle acque dopo il trattamento di disinfezione con ipoclorito di sodio, biossido di cloro e acido peracetico. I risultati dei test di mutagenesi in vitro (*Ames test*, *Mutatox*, *Saccharomyces cerevisiae test*, *Comet assay* su leucociti umani, test dei micronuclei su linfociti umani) e dei test in vivo mediante pesci, molluschi e vegetali (*Comet assay* su emazie di pesci e in *Dreissena polymorpha*, test dei micronuclei su emazie di pesci e in *Dreissena polymorpha*, *Allium cepa test*, *Vicia faba test*, *Tradescantia*/micronuclei test) saranno oggetto di una successiva elaborazione.

## Materiali e metodi

### *Impianto pilota*

È stato realizzato un impianto pilota costituito da vari elementi, fra cui 4 contenitori cilindrici inox da 300 litri ciascuno, dei quali i primi 3 contenevano acqua trattata in continuo con uno dei disinfettanti in esame (*ipoclorito di sodio*, *biossido di cloro* e *acido peracetico*), e il quarto era alimentato da acqua di lago non disinfettata (controllo negativo) e da 4 vasche in acciaio inox da 1 m<sup>3</sup> per la raccolta delle acque provenienti dai quattro contenitori e utilizzate per l'esposizione *in situ* di pesci, molluschi e vegetali. L'indagine è stata condotta in diversi periodi dell'anno per valutare l'influenza delle variazioni di temperatura e di qualità dell'acqua.

### *Disinfettanti*

Preliminarmente alla sperimentazione, per ciascuno dei tre composti è stata calcolata la domanda di disinfettante dell'acqua del lago, realizzando curve di abbattimento della carica batterica a 37° C, con dosi crescenti di disinfettanti. Dopo neutralizzazione, sedimentazione e filtrazione, le acque contenute nei recipienti cilindrici dell'impianto pilota sono state trattate in continuo con ipoclorito di sodio o acido peracetico mediante una pompa a membrana, e con biossido di cloro utilizzando un generatore automatico alimentato con soluzioni di clorito di sodio e di acido cloridrico.

### *Monitoraggio chimico-analitico delle acque grezze e disinfettate*

Le analisi chimiche dell'acqua del lago hanno riguardato la determinazione delle sostanze e dei parametri che influenzano la formazione dei *by-products*, quali il carbonio organico totale (TOC), l'assorbanza agli UV a 254 nm, correlata con la concentrazione dei composti organici aromatici (come acidi umici e fulvici), lo ione bromuro, che può favorire la formazione dei composti organici bromurati, ed inoltre sono stati analizzati i trialometani (THM), i composti organici alogenati totali (Adsorbable Organic Halogens o AOX) e il potenziale di formazione dei THM. Presso l'impianto pilota sono stati monitorati quotidianamente, nelle acque grezze e nelle acque disinfettate, il pH, la torbidità, il potenziale redox, l'ossigeno disciolto e i residui di disinfettante.

### *Analisi microbiologiche*

La carica batterica totale a 37° C, i coliformi totali, i coliformi fecali e gli streptococchi fecali presenti nell'acqua disinfettata in continuo presso l'impianto pilota è stata determinata nei laboratori dell'ARPA. Per valutare le caratteristiche biocide dei disinfettanti è stato necessario dapprima effettuare prove in laboratorio con campioni di acqua grezza di lago e poi trattare le acque con concentrazioni crescenti dei tre disinfettanti. Il parametro esaminato è stato la carica batterica totale a 37° C.

## Risultati

### *Trattamenti con i disinfettanti*

I risultati hanno evidenziato che l'ipoclorito di sodio è il disinfettante che maggiormente interagisce con la sostanza organica presente nelle acque, generan-

do composti mutageni/cancerogeni quali i THM; infatti, la domanda di ipoclorito dell'acqua grezza campionata è stata molto maggiore (1,52 mg/l) rispetto alla domanda del biossido di cloro (0,78 mg/l) e dell'acido peracetico (0,88 mg/l).

#### *Caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua*

L'analisi chimica dell'acqua ha evidenziato concentrazioni di TOC molto elevate e variabili a seconda della stagione (6,4-9,5 mg/l). L'assorbanza UV a 254 nm è risultata essere di 0,071 per il periodo estivo, 0,092 per il periodo autunnale e 0,163 durante il periodo invernale. È emersa un'elevata concentrazione di bromuri (0,7 mg/l) favorenti la formazione dei sottoprodotti bromurati della disinfezione. È stato rilevato che il potenziale di formazione dei trihalometani dell'acqua grezza presentava valori elevati (350 µg/l) nel periodo estivo e più bassi nel periodo autunnale (126 µg/l) ed invernale (158 µg/l). L'analisi dei composti organoclorurati totali (AOX) ha mostrato valori elevati nel prelievo estivo (230 µg/l) e bassi nel periodo autunnale (56 µg/l) e in quello invernale (43 µg/l). Le concentrazioni degli AOX sono aumentate notevolmente dopo il trattamento di disinfezione, soprattutto con l'ipoclorito di sodio, indicando la presenza massiccia dei *by-products* della disinfezione. I risultati delle analisi chimiche condotte mediante gas cromatografia/spettrometria di massa, hanno evidenziato nel periodo estivo la presenza di numerosi sottoprodotti della disinfezione soprattutto nei concentrati delle acque trattate con ipoclorito di sodio e biossido di cloro. Nella sperimentazione autunnale i sottoprodotti di reazione sono stati evidenziati solo nell'acqua trattata con ipoclorito di sodio in misura minore rispetto alla sperimentazione estiva. Per l'acido peracetico non è stata mai evidenziata la presenza di sottoprodotti di reazione.

#### *Caratteristiche microbiologiche*

Le prove di laboratorio sull'acqua di lago grezza per la valutazione dell'abbattimento della carica batterica totale a 37° C con dosi crescenti di disinfettante (2, 4 e 8 mg/l per l'ipoclorito di sodio e 1, 2 e 4 mg/l per l'acido peracetico e il biossido di cloro) hanno mostrato una buona attività battericida per l'ipoclorito di sodio e il biossido di cloro già alle dosi intermedie. L'acido peracetico, anche alla più alta dose testata, non ha mostrato la stessa capacità battericida degli altri disinfettanti, poiché era in grado di ridurre, ma non di annullare la carica batterica. Dalle analisi microbiologiche delle acque disinfettate presso l'impianto pilota è risultato che l'ipoclorito di sodio, a concentrazione di 1-2 mg/l, è il disinfettante che riduce maggiormente la carica batterica totale, annullando completamente i coliformi e gli streptococchi fecali. Il biossido di cloro (1,5 mg/l) è risultato altrettanto efficace sulla carica batterica totale, ma nel campionamento estivo non è stato in grado di eliminare gli streptococchi fecali. L'acido peracetico ha eliminato i coliformi e gli streptococchi fecali, ma, poiché non poteva superare la concentrazione di 1 mg/l per non produrre effetti tossici sui pesci, ha agito meno efficacemente sulla carica batterica totale.

### **Conclusioni**

Al termine di questa prima fase del progetto viene confermata la problematicità dei trattamenti di disinfezione delle acque superficiali da destinare al consumo umano, che nei normali cicli di trattamento non riescono ad abbattere comple-

tamente la sostanza organica che resta disponibile per la reazione con gli ossidanti e si osserva ancora una volta che il trattamento con ipoclorito di sodio produce numerosi *by-products* organici con potenzialità mutageno/cancerogene, mentre il biossido di cloro e l'acido peracetico mostrano una ridotta formazione di tali composti. Il confronto tra le analisi chimico-fisiche e microbiologiche e i test di mutagenesi in vitro e in vivo effettuati nei vari laboratori consentirà di mettere a punto una valida strategia di monitoraggio che potrà essere utilizzata in futuro per il controllo routinario delle acque potabili disinfettate.

### Bibliografia

- Cantor KT (1997) *Drinking water and cancer. Cancer Causes and Control* 8, 292-308.
- Koivusalo M, Pukkala E, Vartiainen T, et al. (1997) *Drinking water chlorination and cancer. A historical cohort study in Finland. Cancer Causes Control* 8, 192-200.
- Koivusalo M, Vartiainen T, Hakulinen T, et al. (1995) *Drinking water mutagenicity and leukemia, lymphomas, and cancers of the liver, pancreas and soft tissue. Arch. Environ. Health* 50, 269-276.
- Monarca S, Feretti D, Zerbini I, et al. (1999). Valutazione di trattamenti di disinfezione di acque reflue urbane mediante test di tossicità e di mutagenesi. *Acqua e Aria*, 9, 101-111.
- Morris RD (1995). *Drinking water and cancer. Environ. Health Perspect.* 103 (Suppl), 225-232.
- Schenck KM, Wymer LJ et al. (1998). *Application of a Finnish mutagenicity model to drinking waters in U.S. Chemosphere*, 37, 451-464.
- Tao X, Zhu H, Matanoski GM (1999). *Mutagenic drinking water and risk of male esophageal cancer: a population-based case-control study. Am J Epidemiol* 150, 443-451.

## Il sistema informativo e di monitoraggio del centro di riferimento per il bacino scolante in laguna di Venezia; un'esperienza di integrazione delle informazioni ambientali

Paolo Parati, Ottaviano Barbanente,

ARPAV - Centro di riferimento per il Bacino Scolante in Laguna di Venezia

### Sessione Tematica Conoscenza

La Regione del Veneto per adempiere alle competenze in materia di salvaguardia e disinquinamento della Laguna si è dotata del "Piano per la prevenzione dell'inquinamento ed il risanamento delle acque del bacino immediatamente sversante nella Laguna di Venezia", denominato "Piano Direttore".

Il Piano Direttore individua, tra gli interventi prioritari, l'esigenza di realizzare un **"Sistema di monitoraggio per la gestione ambientale"** nel Bacino Scolante, affiancato da un programma di Interventi Strutturali nelle Reti di Bonifica per il Telecontrollo degli organi di regolazione.

Il Piano Direttore individua A.R.P.A.V. come responsabile della progettazione di entrambi gli interventi e come realizzatore diretto del Sistema di monitoraggio basato sull'integrazione di informazioni derivanti da analisi di prelievi manuali di campioni d'acqua e da una rete di centraline automatiche per il controllo in continuo di alcuni parametri chimico-fisici e delle portate delle aste principali. L'attività di progettazione ha portato alla revisione del vigente "Piano per il rilevamento delle caratteristiche quali-quantitative dei corpi idrici della Regione Veneto", per la parte di territorio ricadente nei confini del Bacino Scolante, integrando le attività in un unico programma operativo, che tiene conto della specificità delle problematiche e della futura presenza della rete di stazioni automatiche di monitoraggio.

Il Progetto, in particolare, ha permesso di istituire uno specifico **Centro di Riferimento per il Bacino Scolante**, attivo da gennaio 2000, con il compito di:

- gestire la rete di stazioni di monitoraggio *in continuo* di qualità e portata delle acque fluviali che scaricano in laguna di Venezia;
- integrare i dati in collegamento con il Centro Meteorologico di Teolo, i Dipartimenti Provinciali ARPAV, il Centro Agro-Ambientale di Castelfranco Veneto e con gli Utenti del Sistema (Regione Veneto, Consorzi di Bonifica, SINA, Province, Comuni, Geni Civili, Magistrato alle Acque), gestire il flusso informativo in tempo reale e produrre attendibili previsioni sulla dinamica idrologica e dei carichi inquinanti;
- realizzare un Sistema Informativo Territoriale (SIT) del Bacino Scolante cui riferire la costituenda rete di monitoraggio automatico dei corsi d'acqua scolanti in Laguna e nel quale confluiranno i dati delle misure di qualità e di portata.

L'uso del SIT permette di integrare i vari strumenti informatici e ottenere relazioni spaziali fra i dati. Il SIT comprende oltre agli strumenti informatici (pacchetti *software*) anche i dati, la loro organizzazione e le procedure di utilizzo.

Il sistema delle informazioni grezze acquisite è strutturato e organizzato su ba-

se geografica: ogni informazione è stata cioè georiferita (posizionata su cartografia "digitale" omogenea) e, attraverso appositi strumenti informatici, viene, ove possibile, relazionata, elaborata, rappresentata, al fine di ottenere informazioni diverse.

Le fonti istituzionali principali dei dati utilizzati per la costruzione del SIT sono la Regione Veneto, i Consorzi di Bonifica, le Province, il Magistrato alle Acque e il Genio Civile. Non sempre le informazioni sono state fornite in formato digitale e comunque non tutte nello stesso formato o grado di dettaglio. I dati sono stati, quindi, uniformati e confrontati con altre informazioni, come ad esempio le CTR numeriche in scala 1:5000, le ortofoto AIMA.

Flussi informativi stabili e continui con le diverse fonti, garantiscono una verifica ed un costante aggiornamento della base informativa.

La realizzazione degli obiettivi del **Centro di Riferimento per il Bacino Scolante** in Laguna di Venezia comporta un approccio nuovo alla tecnologia dell'informazione ed agli strumenti tradizionali di programmazione e pianificazione. La qualità, l'efficacia e l'efficienza delle funzioni del SIT derivano, in modo diretto, dalla qualità, dall'aggiornamento, dall'accessibilità delle informazioni che supportano il sistema. Le basi di dati così costituite devono poter essere continuamente aggiornate, attraverso concreti moduli d'intesa con tutti gli Enti che operano nel territorio mediante dei canali per il flusso delle informazioni. Il SIT è un servizio offerto sia ad utenti istituzionali (quali Enti competenti, ARPA, Regione, Consorzi di Bonifica) che a soggetti che operano nell'ambito della ricerca e dello sviluppo, le Università e le Imprese.

## Inquinamento delle acque sotterranee in una zona del Trevigiano: identificazione di un nuovo inquinante, il 3-sec-butyl-6-metiluracile

**Tiziano Vendrame, Alfredo Mussato**

ARPAV - Dipartimento Provinciale di Treviso - Servizio Laboratori

### *Sessione tematica Conoscenza*

Nei controlli sulle acque di falda per la ricerca di pesticidi accade frequentemente di individuare, oltre ai principi attivi commerciali, anche qualche loro metabolita, a volte predominante, come nel caso desetilatrazina/atrazina.

La caratterizzazione di "nuove" sostanze nel corso di analisi di routine non è di facile esecuzione, come pure qualsiasi sostanza per la quale non venga mirata l'analisi e spesso questa attività viene vista come una forma di ricerca che esula dagli scopi del laboratorio.

Nel caso specifico è accaduto che in alcuni campioni di acque di falda provenienti da un centro abitato, è stato notato un nuovo picco cromatografico, durante le analisi di routine per la quantificazione dei diserbanti (analisi in GC/NPD previa estrazione/preconcentrazione in fase solida degli analiti).

Il fatto che lo stesso picco fosse presente solo in acque provenienti da alcuni pozzi vicini, in più campioni ripetuti a distanza di tempo, ha attratto l'attenzione, escludendo la possibilità di un artefatto analitico.

Tuttavia le verifiche in GC-MS, inizialmente, sono state di scarso aiuto, in quanto lo spettro del composto non è presente nelle librerie commerciali (es. Wiley 275.I). L'impressione che potesse trattarsi di un diserbante nuovo o inusuale, ha spinto a continuare i campionamenti, risalendo la falda a monte e delimitando sempre più l'area interessata.

La vera origine è stata individuata in una discarica di rifiuti speciali (2B) sita circa sei chilometri a monte: il "picco incognito" era presente solo a valle della discarica, e nel percolato. Anche se era accertato da almeno due anni che la discarica perdeva percolato in una falda di tipo ghiaioso, molto permeabile, era difficile prevedere che qualche inquinante, sia pure in tracce, potesse percorrere la distanza tra questa e il centro abitato.

La cosa colpisce ancora di più se si pensa che in questo tipo di falda gli inquinanti "tradizionali" (ammoniaca in particolare) solitamente non sono più rilevabili, a valle della discarica, dopo qualche centinaio di metri.

A questo punto diventava impellente tentare di identificare il composto, caratterizzato da:

- uno spettro di massa (ione molecolare poco evidente di massa = 182 (1,7%), picco base massa = 127 (100%); masse caratteristiche: 167 (5-6%), 153 (10%), 110 (23%), 84 (30%), 70 (8-9%);
- assenza di alogeni in base agli spettri ed al comportamento verso il *detector* ECD.

L'identificazione è stata possibile riconoscendo alcune somiglianze tra il suo spettro di massa e quello 3-propil-6-metiluracile (massa 168), presente nella biblioteca a disposizione. Partendo dall'ipotesi che la molecola incognita differis-

se solo per un gruppo -CH<sub>2</sub>- o -CH<sub>3</sub> in più, sono stati cercati in letteratura i possibili derivati "idonei" del 6-metiluracile (16 ipotizzati). Tra i 5 effettivamente trovati, lo spettro del 3-sec-butil-6-metiluracile è risultato coincidente con quello del composto presente in falda (1).

La cosa forse più interessante è che il composto veniva citato, negli articoli consultati, come una possibile via di degradazione di un principio attivo usato come diserbante, il 5-bromo-3-sec-butil-6-metiluracile, commercialmente noto come "Bromacil" (Bromacile) o "Hyvar", fornendo così una possibile indicazione sull'origine della sostanza.

Un'altra possibile origine è emersa successivamente, riscontrando che il composto viene citato quale intermedio per la produzione dello stesso Bromacile, per bromurazione con bromo elementare (brevetto US 3330640).

A posteriori, è stato possibile reinterpretare estesamente lo spettro di massa e confermare l'attribuzione della struttura, grazie a due articoli specifici (2-3).

Una difficoltà ulteriore è derivata dal fatto che il composto non è commercialmente disponibile presso i principali rivenditori specializzati.

La conferma definitiva dell'identificazione e la quantificazione della sostanza sono state possibili grazie ad un campione gratuito, generosamente fornito dal Prof. J. Suflita dell'Università dell'Oklahoma. Quest'ultimo è autore di un interessante studio sulla degradazione anaerobica del Bromacile, in condizioni simili a quelle presenti in una discarica (4).

Le concentrazioni a circa sei chilometri di distanza dal punto di immissione in falda sono così risultate dell'ordine delle frazioni di microgrammo, crescendo progressivamente sino a valori dell'ordine della decina di microgrammi nei pozzi spia più vicini alla discarica. Nel percolato sono dell'ordine dei milligrammi.

Il fatto che questa molecola sia facilmente estraibile e identificabile anche a basse concentrazioni, insieme alla discreta solubilità in acqua ne fanno, per certi aspetti, un tracciante ideale. Benché a questi livelli sia difficile dare indicazioni tossicologiche su una sostanza di cui non si hanno notizie specifiche, fa riflettere il fatto che questa può essere solo una fra le tante, fuoriuscite dalla discarica, destinate a percorrere lo stesso "canale" geologico in una falda (in terreno ghiaioso) che ha dimostrato un'alta velocità.

Un aspetto importante, ancora oscuro, riguarda l'origine del composto: potrebbe essere stato smaltito direttamente in discarica, oppure derivare da residui di Bromacile smaltiti allo stesso modo. La ricerca del Bromacile nel percolato finora non ha dato esito; tuttavia la sua assenza non è un criterio sufficiente per eliminare la seconda ipotesi, vista la sua rapida degradazione in ambiente anaerobico e la stabilità del possibile derivato nelle stesse condizioni (4).

La vicenda evidenzia che, nel caso di discariche con perdite conclamate, non è sufficiente il semplice monitoraggio dei parametri "classici" (ammoniaca, cloruri, solventi) per definire in modo esauriente la diffusione dell'inquinamento nella falda. Per di più alcuni di questi composti, come l'ammoniaca, subiscono una rapida degradazione o assorbimento nel terreno, scomparendo rapidamente. Altri inquinanti non vengono invece rimossi con la stessa facilità, e possono essere indicatori più affidabili (es: N-Alchil-Benzensolfonammidi, Trialchilfosfati, 2-Idrossi-Benzotiazolo, Bisfenolo A, riscontrati in diversi casi). Il problema principale è che la ricerca va mirata al singolo caso e comporta sempre la necessità di notevoli capacità professionali specifiche. Emerge inoltre il bisogno di dover reperire informazioni più complete possibili sulla natura dei rifiuti smaltiti nelle discariche, anche se "controllate".



Un aspetto che merita una riflessione finale è il fatto di trovare in circolazione composti che, pur se prodotti su scala industriale, non sono inseriti nelle librerie di spettri commerciali e nemmeno disponibili come *standard*.

### Bibliografia

1. A. Acher, C. Hapeman J. Agric. Food Chem. 1994, 42, pp. 2040-2047: *Comparison of formation and biodegradation of bromacil oxidation products in aqueous solutions* (spettro di massa del 3-sec-butil-6-metiluracile).
2. J. M. Rice J. of the American Chemical Society, (1965) pp. 4569-4576: *Mass spectra of nucleic acid derivatives. Pyrimidines*.
3. E. Falch Acta Chemica Scandinavica, 24 (1970) pp.137-144: *Mass spectra of Pyrimidines (Part I. N-Alkyluracils)*.
4. A. Neal, J. Suflita Appl. Environ. Microbiol. 56 (1), pp. 292-294: *Reductive dehalogenation of a nitrogen heterocyclic herbicide in anoxic aquifer slurries*.



## Metalli nei sedimenti dei rii di Venezia: 15 anni di esperienza analitica

**Angelo Bortoli, Maurizio Marchiori, Giuseppe Martini**

*ARPAV – Dipartimento Provinciale di Venezia*

**H. Muntau, CCR Ispra Centro per l'Ambiente**

**Mario Scattolin, Comune di Venezia Ufficio Ecologia**

*Sessione tematica Conoscenza*

### Riassunto

Nel 1998 è stato condotto uno studio sui sedimenti di 5 rii di Venezia per la determinazione delle concentrazioni di alcuni metalli. Queste analisi sono state fatte sia presso i Laboratori di Chimica del Dipartimento ARPAV di Venezia sia presso l'Istituto per l'ambiente del Centro Comunitario di Ispra con tecniche diverse.

Nel 1992 sono state prelevate, nell'ambito del progetto Sistema Lagunare Veneziano, 21 carote di sedimenti nei rii compresi fra i Sestieri di S. Polo, S. Croce e Dorsoduro.

Nel 1983 parimenti sono state determinate le concentrazioni di metalli nei sedimenti di alcuni canali interni di Venezia.

Considerando la disomogeneità di campionamento le diverse tecniche analitiche utilizzate e il periodo di 15 anni trascorso tra queste esperienze si sono confrontati i dati per verificarne la "correttezza" e la validità analitica.

### Introduzione

Moltissimi sono gli studi scientifici sui sedimenti della laguna e il loro stadio di inquinamento; per quanto riguarda le indagini effettuate in anni diversi e con metodiche diverse non è assolutamente possibile confrontare i singoli dati, anzi molti hanno presentato dei risultati nettamente contrastanti. Poco è stato pubblicato sui sedimenti (fanghi) dei canali e rii del Centro storico di Venezia, i quali, oltre ad avere la funzione di vie di comunicazione all'intero della città, fungono anche da collettori delle acque di fogna.

Il sedimento del fondo dei rii è anossico, di colore nero e maleodorante a causa dei gas prodotti durante la decomposizione anaerobica della materia organica (acido solfidrico, metano).

Questo tipo di sedimento, costituito principalmente da particelle molto fini e ad alto tenore organico, specialmente sostanze umiche, ha una grande capacità di assorbire nutrienti ed inquinanti di ogni specie, particolarmente metalli pesanti e idrocarburi clorurati.

### Materiali e metodi

Nel 1998 è stata fatta un'indagine sulle acque e i sedimenti di 5 rii di Venezia si-

tuati nel sestiere di Castello, Canale Fondamenta Nove, Rio dei Mendicanti, Rio del Piombo, Rio di Santa Giustina e Rio di San Francesco (tabella I).

**Tabella I**

Stazione	Collocazione della Stazione	Coordinate Gauss-Boaga	
A	Canale Fondamenta Nove	2312450	5035325
B	Rio dei Mendicanti	2312045	5035230
C	Rio del Piombo	2311955	5035105
D	Rio de Santa Giustina	2312430	5035170
E	Angolo tra il Rio San Francesco e il Rio delle Gorne	2312735	5034935

Tra le stazioni individuate, due sono collocate in canali rettilinei di dimensioni medio/grandi (Stazioni B e D) e due in aree più confinate e di piccole dimensioni (Stazioni C ed E). A queste è stata affiancata una stazione esterna alla rete dei rii (Stazione A).

Le stazioni B e D sono situate in canali ad elevata circolazione di natanti e di marea con fondali molto disturbati; nelle stazioni E e C, che risentono meno dei movimenti dell'acqua e dei natanti, vi è una maggiore sedimentazione.

Per seguire l'evoluzione stagionale delle caratteristiche dei rii si sono pianificate delle campagne di campionamento.

Ogni campagna è stata quindi pianificata in due uscite, una durante la marea di sizigie e uno durante la marea di quadratura.

La determinazione dei metalli è stata effettuata mediante ICPMS (Perkin Elmer 6000) previa mineralizzazione con forno e microonde CEM MDS 2100. L'Hg è stato analizzato mediante sistema idruri FIAS PERKIN ELMER FIMS 100.

## Risultati e discussioni

Nella Tabella II sono riassunte le medie aritmetiche delle determinazioni sui campioni.

È interessante osservare che le stazioni A e D sono quelle che hanno la concentrazione più bassa di tutti i parametri analizzati. Questo può essere in relazione al fatto che le due stazioni sono quelle con maggiore velocità dell'acqua, inoltre la stazione A può essere considerata laguna mentre la stazione D risulta essere un canale grande e inoltre molto trafficato rispetto agli altri canali.

Per quanto riguarda il fattore tempo questo non è una variabile determinante mentre il posizionamento delle stazioni è sicuramente il fattore principale. Tutti i parametri rilevati, mostrano indici differentemente significativi fra le singole stazioni.

Gli stessi campioni sono stati successivamente analizzati dall'Istituto per l'Ambiente, Centro Comunitario di Ricerca di Ispra.

Sono stati determinati Azoto e Carbonio totale utilizzando CHN *Elemental Analyzer* Carlo Erba 1106; mentre Si, Al, Ca, Fe, Mg, Ti, S, P, Na, Pb, Zn, Cr, Ni e Mn sono stati analizzati mediante spettrometria a fluorescenza a raggi X.

Le due metodiche dei due Laboratori portano a risultati molto simili (a parte il Cr che è un parametro che soffre di interferenze nell'analisi con ICP MS).

	H2O %	S <sup>2-</sup> mg/kg ss	P mg/kg ss	N Mg/kg ss	Fe % ss	Hg mg/kg ss	MeHg μg/kg ss	Pb mg/Kg ss	Cd mg/Kg ss	Zn mg/Kg ss	Cu mg/Kg ss	Ni mg/Kg ss	Mn mg/Kg ss	Cr mg/Kg ss
A	Media	30.7	248	885	503.8	1.02	0.96	0.04	0.63	148.2	47.0	18.6	319.1	15.4
B	Media	43.9	1030	1372	1393.1	1.76	4.37	0.08	2.42	630.1	213.3	30.9	359.8	45.1
C	Media	43.5	1169	1712	1916.9	1.73	4.23	0.04	2.92	679.4	230.5	32.8	350.9	38.7
D	Media	34.7	563	966	761.8	1.29	2.35	0.04	0.68	136.2	50.3	19.0	341.1	20.7
E	Media	51.4	1294	1361	1692.9	1.93	2.71	0.03	2.64	537.3	132.8	28.4	408.0	41.6

Nel febbraio del 1992 sono state prelevate 21 carote di sedimento (Muntau ed altri) nei rii compresi fra i sestieri di San Polo, Santa Croce e Dorsoduro. Alcuni punti di campionamento sono stati scelti in sintonia con uno studio di Zucchetta, altri rappresentativi di canali di vario scorrimento ed altri ancora costituiscono una serie di campioni sullo stesso canale per identificare eventuali variazioni locali.

Le conclusioni di questo studio confermano che i rii più interni, stretti e tortuosi con minor ricambio di acqua sono quelli che presentano la concentrazione più alta di metalli. Le concentrazioni riscontrate dovrebbero dipendere dalla velocità delle correnti nei singoli canali.

Nel 1983 sono stati fatti 15 prelievi (Zucchetta) in alcuni canali e rii interni di Venezia; le conclusioni confermano quanto precedentemente indicato pur essendo le concentrazioni leggermente superiori.

Considerando la disomogeneità di campionamenti, le diverse tecniche usate dal pretrattamento, all'analisi strumentale e la completa mancanza di materiali di riferimento, si può concludere che i valori non si discostano significativamente considerando che i campionamenti sono stati effettuati in tempi diversi (15 anni) e luoghi diversi (Canali differenti).

## Monitoraggio dei corsi d'acqua la riorganizzazione della rete e il quadro qualitativo

Chiara Rossi

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto

Dal 1/1/2000 è attivo il *"Piano di monitoraggio 2000"* per le acque superficiali correnti, proposto dall'ARPAV alla Regione Veneto nel dicembre 1999 e approvato con D.G.R. 1525 dell'11/4/2000. Esso è stato redatto in modo da razionalizzare la rete monitoraggio dei corsi d'acqua, esistente dal 1986, per adeguarla alle disposizioni del D. Lgs. 152/99 e successive modifiche e integrazioni.

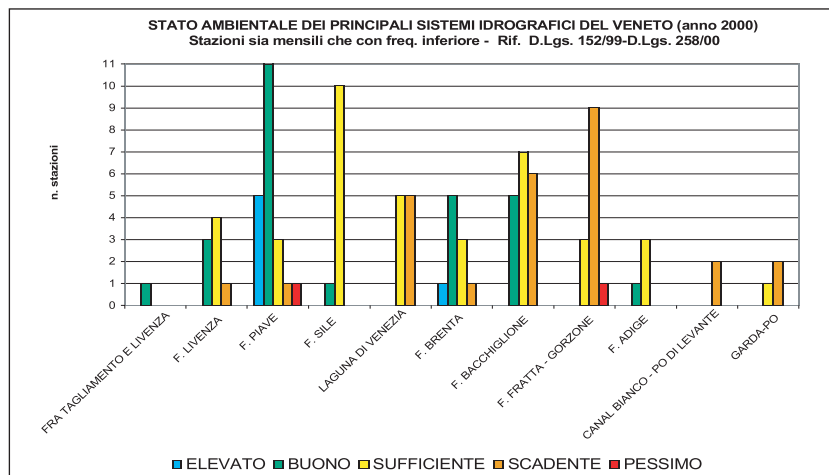
I criteri utilizzati per la riorganizzazione della rete sono stati, oltre a quelli indicati espressamente dal D. Lgs. 152/99, anche i seguenti, basati sull'elaborazione dei dati degli ultimi 10 anni ricavati dalla rete di monitoraggio precedente: a) riduzione del numero totale dei punti aumentando la frequenza di campionamento su quelli che vengono mantenuti; b) eliminazione dei punti ridondanti (ad es. quando due punti vicini in uno stesso corso d'acqua, senza immissioni significative fra i due, mostrano serie temporali simili); c) interruzione dell'analisi di parametri non più utili (sostanze il cui uso è vietato da decenni e mai rilevate nelle acque correnti negli ultimi 10 anni); d) verifica dell'utilizzo dei corsi d'acqua per determinati scopi; e) verifica dell'ubicazione delle fonti di pressione; f) presenza di trend di crescita nel tempo di determinati parametri.

La rete di monitoraggio approvata nel 2000 consiste in 206 punti di campionamento distribuiti nei 13 bacini idrografici. Nel luglio 2001 questa rete è stata modificata e integrata con altri punti individuati dal Progetto *"Sistema di monitoraggio della rete idrica scolante in Laguna di Venezia"*. Con questa integrazione il numero totale dei punti attualmente attivi è 223, di cui 151 campionati con frequenza mensile. Vi sono poi alcuni punti destinati esclusivamente alla vita dei pesci, che vengono monitorati in base ad un programma definito anno per anno. Il D. Lgs. 152/99 e succ. mod. prevede di classificare lo stato ecologico dei corsi d'acqua incrociando il livello di inquinamento espresso dai "macrodescrittori" (LIM) con il dato medio dell'Indice Biotico Esteso (IBE), attribuendo alla sezione in esame o al tratto da essa rappresentato il risultato peggiore tra quelli derivati dai due predetti criteri. Lo stato ambientale dei corsi d'acqua viene attribuito rapportando i dati dello stato ecologico con i dati relativi alla presenza di inquinanti chimici (parametri "addizionali": alcuni metalli pesanti, composti organoalogenati e fitofarmaci). Per tutti i punti è stato determinato il LIM e sono state valutate le concentrazioni dei microinquinanti chimici. L'indice IBE, invece (e quindi lo stato ecologico e ambientale), è stato determinato solo per 101 punti. Per alcuni punti (in particolare in provincia di Belluno) sono stati utilizzati i dati IBE forniti dalle Amministrazioni Provinciali che si sono avvalse di ditte specializzate.

Nell'ambito dei 206 punti della rete è stato scelto un set minimo di punti "obbligatori" (36 punti) sui corsi d'acqua significativi, calcolato sulla base della tab. 6 dell'allegato 1 al D. Lgs. 152/99 e succ. mod.

Dei 101 punti su cui è stato determinato lo stato ambientale nel 2000, circa il 5% delle stazioni presentano uno stato ambientale elevato, circa il 27% buono, circa il 38% sufficiente; circa il 28% scadente e circa il 2% pessimo.

La fig. 1 rappresenta, per ogni bacino idrografico, il numero di stazioni che ricadono nelle varie classi di stato ambientale nel 2000.



**Figura 1**

Dalla fig. 1 si evince che le acque di qualità "buona" si trovano nei tratti montani e/o pedemontani dei fiumi Piave, Brenta e Livenza e in alcuni loro affluenti, nei torrenti della parte montana e pedemontana dei bacini del Bacchiglione e infine nel fiume Lemene, nella parte orientale della provincia di Venezia. I bacini della parte meridionale del Veneto sono i più compromessi: presentano uno stato ambientale nella maggior parte dei casi Scadente, in altri casi Sufficiente e in un caso anche Pessimo.

Il bacino che complessivamente presenta una migliore qualità delle acque è quello del Piave: in esso si riscontra uno stato ambientale nella maggior parte dei casi buono. Tuttavia vi sono alcune situazioni molto diversificate:

- alcuni tratti dello stesso Piave e il Torrente Caorame raggiungono uno stato ambientale Elevato;
- i tratti dei torrenti maggiormente interessati da carichi civili, dovuti anche al settore turistico, come il T. Boite a valle di Cortina (fig. 2) e il T. Cordevole presso Agordo, presentano uno stato ambientale Sufficiente, che è stato determinato dal valore di IBE visto che il LIM è pari ad una seconda classe;
- nel Piave presso Vigo di Cadore è stato riscontrato uno stato Pessimo, determinato anch'esso dal valore di IBE dal momento che il LIM è pari ad una classe 2. Vista l'evidente differenza tra il LIM e il valore di IBE e visto che quest'ultimo è stato determinato semestralmente, è necessario considerare con cautela questo risultato e integrarlo successivamente con i dati del 2001.

Anche il bacino del Brenta presenta uno stato ambientale prevalentemente buono. Vi è anche un tratto con stato Elevato (F. Brenta presso Solagna). Lo stato ambientale del Brenta è Sufficiente da Fontaniva fino alla città di Padova, per diventare Scadente presso Ponte di Brenta.

Il bacino del Sile presenta uno stato ambientale Sufficiente nella quasi totalità dei casi.

I corsi d'acqua del bacino scolante in Laguna di Venezia presentano uno stato ambientale sufficiente o scadente a seconda dei casi.

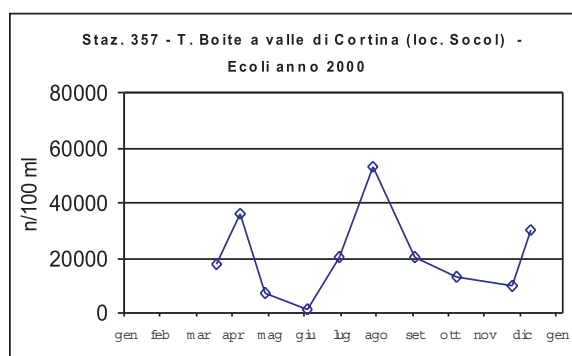


La situazione più critica si trova nel bacino del Fratta-Gorzone, dove la maggioranza dei tratti presenta uno stato ambientale Scadente, sul quale pesa notevolmente anche la presenza di Cromo in concentrazioni superiori alla soglia prevista dal D. Lgs. 152/99 e succ. mod. Lo stato Pessimo che si riscontra in una stazione sul F. Guà è stato determinato dal valore di IBE, il quale, tuttavia, in questo caso, è frutto di un unico campionamento nell'anno 2000 ed è molto differente dal livello di inquinamento dei macrodescrittori (classe 2). Per una valutazione esaustiva occorre riferirsi al biennio 2000-2001.

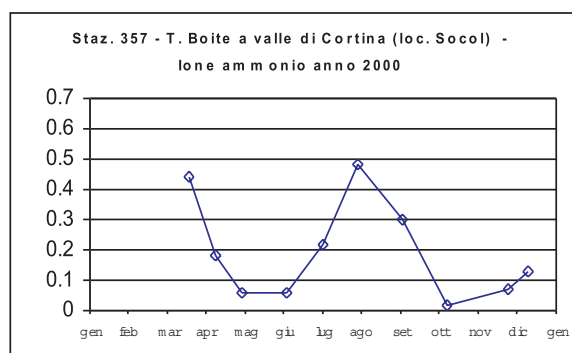
Il Fiume Adige presenta uno stato ambientale Sufficiente. È da notare lo stato Buono, caratteristico delle acque del tratto di monte del T. Chiampo (staz. 85). Il Canal Bianco ed il Po presentano acque di qualità Scadente, con l'eccezione del F. Mincio, affluente del Po, per il quale si ha uno stato ambientale Sufficiente.

Vi sono alcuni esempi di come le modifiche apportate alla rete di monitoraggio con la revisione dello stesso (per es. l'aumento della frequenza di campionamento) abbiano portato all'acquisizione di informazioni aggiuntive circa l'effetto sui corsi d'acqua di determinate fonti di pressione. Nella fig. 2 viene presentato l'andamento durante l'anno 2000 della concentrazione di *Escherichia coli* e di ione ammonio, indicatori di inquinamento di origine civile, per una stazione sul T. Boite (bacino del Piave) a valle di Cortina d'Ampezzo.

A



B



**Figura 2 (A,B): Concentrazione di *Escherichia coli* e ione ammonio nell'anno 2000**

Si nota un aumento delle concentrazioni dei due parametri nei periodi invernali ed estivi, molto probabilmente dovuto all'effetto della maggiore presenza turistica. Anche se mancano i dati di gennaio e febbraio, comunque si nota l'arricchimento di informazione dovuto a una maggiore frequenza di campionamento nel 2000 (mensile) rispetto alla frequenza usata negli anni precedenti (trimestrale).

Poiché le Autorità di Bacino hanno il compito di definire gli obiettivi a cui devono attenersi i piani di tutela delle acque e le priorità degli interventi, è stata avviata la collaborazione tra l'ARPAV – Osservatorio Acque e l'Autorità di Bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico per la definizione delle situazioni di criticità riguardo alla qualità dei corsi d'acqua. L'ARPAV ha ipotizzato un criterio di suddivisione delle stazioni di campionamento in 3 livelli di criticità, sulla base della classificazione relativa all'anno 2000 e con riferimenti alla classificazione preliminare per i bienni 1998-99 e 1997-98.

## Acque: uso, abuso, riuso in Toscana

Marco Mazzoni, Vittoria Giacomelli

ARPA Toscana

L'uso della risorsa idrica comporta conseguenze sia sullo stato quantitativo delle acque che su quello qualitativo; è, quindi, necessario esercitare un oculato utilizzo della risorsa, ridurre gli sprechi e garantire una equilibrata esistenza tra attività umane ed ecosistemi. In altre parole, deve essere proseguita e, se del caso, incrementata la predisposizione di politiche di tutela capaci di incentivare il risparmio idrico, di rendere possibile ed economico il riuso, di scoraggiare gli abusi.

In questo contesto si inserisce bene il D. Lgs. 152/99 e successive modifiche ed integrazioni, i cui obiettivi sono – oltre a quelli di tutela delle acque dall'inquinamento – la salvaguardia dello stato dei corpi idrici affinché mantengano la loro capacità autodepurativa, nonché la funzione di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate, e di perseguire usi sostenibili e durevoli della risorsa, con priorità per quelle potabili.

Ancor prima di tale decreto, è stata la Legge 5 Gennaio 1994, n. 36, conosciuta come Legge Galli, a dettare regole ben precise in merito all'uso della risorsa idrica ed al risparmio idrico, molte delle quali valide ancora oggi o di poco modificate.

Il consumo di acqua che viene fatto in Toscana è derivante oltre che dall'uso civile ed agricolo, dalle principali attività produttive presenti sul territorio.

Fu proprio la presenza di acqua di idonea qualità che permise l'instaurarsi delle principali attività industriali presenti in Toscana; queste sono suddivise nei tre comprensori caratteristici: quello conciario (distretto conciario di Santa Croce sull'Arno, comprendente anche i comuni di Bientina, Castelfranco di Sotto, Monopoli Val d'Arno, San Miniato, Santa Maria a Monte in provincia di Pisa e il comune di Fucecchio in provincia di Firenze), quello tessile (nell'area della provincia di Prato comprendente i comuni di Cantagallo, Carmignano, Montemurlo, Poggio a Caiano, Vernio e Vaiano, con attività collegate a comuni limitrofi nella Provincia di Pistoia e Firenze), e quello della carta (nell'area della provincia di Lucca comprendente i comuni di Altopascio, Borgo a Mozzano, Capannoni, Porcari e Villa Basilica con attività collegate ad alcuni comuni della Provincia di Pistoia).

Per quanto riguarda i consumi industriali di acqua, relativamente alle attività dei tre comprensori della Toscana, si può notare che:

- **attività conciaria** ha determinato un progressivo aumento dei consumi rispetto al 1985;
- **attività cartaria** ha posto grande attenzione alla razionalizzazione dei consumi dell'acqua con notevole sviluppo del riciclo delle acque di processo ("Chiusura dei cicli") reso possibile dal miglioramento tecnico degli impianti;
- **attività tessile** comporta un consumo di acqua da parte delle industrie pari a circa 2/3 dell'acqua erogata, se paragonato al dato di erogazione complessiva di acqua da parte del CONSIAG, consorzio cui è affidata la gestione del servizio idrico integrato; tutto ciò, unito al fatto che la principale fonte di approvvigionamento idrico nell'area pratese è la falda ormai fortemente depressa, ha comportato l'utilizzo di tecniche di riciclo delle acque reflue per usi industriali in modo da destinare quelle sotterranee solo ad uso potabile at-

traverso la realizzazione di un "Acquedotto Industriale", esempio tra i più tangibili ed avanzati di riutilizzo delle acque reflue, non soltanto per una realtà quale quella del comprensorio, ma anche a livello nazionale ed europeo.

Con la breve rassegna dei dati sul consumo di acqua per usi produttivi nei principali tre comparti industriali della Toscana, si sono fornite informazioni anche sui consumi totali, cioè civili e produttivi, in tali aree. Volendo concentrarsi esclusivamente sull'approvvigionamento idropotabile effettuato in Toscana sono state riportate le quantità prelevate dalle diverse fonti di approvvigionamento idropotabile per ATO, (Fonte dei dati: Regione Toscana), e dati molto recenti, relativi all'anno 2000, del consumo di acqua potabile procapite di alcuni comuni di provincia, che possono essere scaricati dal sito della FEDERGASACQUA, [www.federgasacqua.it/fgctariffe.htm](http://www.federgasacqua.it/fgctariffe.htm).

Sempre a tal proposito, è stato affrontato il problema delle perdite in rete, in quanto la minimizzazione di quest'ultime, è utile per perseguire il bilancio idrico, così come descritto nel DPCM 4 marzo 1996. Una stima percentuale delle perdite in rete può essere calcolata conoscendo il volume di acqua immessa in rete ed il volume fatturato; è in oltre da menzionare in merito al problema delle perdite in rete, una tecnica di interesse, utilizzata al fine di minimizzarle, quale la *protezione catodica*, metodo elettrochimico utile ad evitare la formazione di corrosioni nelle tubature di acciaio interrato.

Per capire quali siano i quantitativi di acqua consumati in Toscana nel settore dell'agricoltura, una via è sicuramente quella di tenere presente, quali sono le principali colture presenti nel territorio. Dalle rilevazioni della Regione Toscana relative all'anno 1998, che riguardano l'occupazione del suolo da parte delle principali produzioni agricole, si evidenzia che un ruolo notevole, da un punto di vista del territorio investito, è anche quello delle coltivazioni arboree (vite, olivo, alberi da frutto) che occupano circa il 20% della superficie.

Resta comunque il fatto che l'acqua in Toscana è fortemente utilizzata; la presenza di tale fonte è stata, in passato, motivo dello sviluppo di gran parte delle attività produttive attualmente esistenti. Quindi l'eccessivo sfruttamento dell'acqua, che può essere definito "abuso", ha causato delle situazioni di pericolo per la risorsa idrica, per quanto riguarda la qualità dei reflui e, soprattutto, per ciò che concerne lo stato delle acque sotterranee.

Lo stato di depauperamento qualitativo e quantitativo dei corpi idrici sotterranei, quale conseguenza di emungimenti non controllati effettuati in varie aree della Toscana, è stato rilevato attraverso l'attività di controllo di ARPAT, espletata per mezzo di indagini di tipo episodico e legate a varie emergenze ambientali. Possono essere citati come esempi di situazioni consequenziali all'abuso della risorsa idrica, lo stato di salinizzazione di gran parte delle pianure costiere della Toscana, e lo stato di depressione della falda idrica Pratese.

ARPAT, oltre che nell'attività di controllo, si trova impegnata nel progetto "Closed": in collaborazione con la Società Ecosistemi srl di Roma, ha elaborato un progetto per la creazione di un sistema di gestione territoriale caratterizzato da economie "a ciclo chiuso" compreso, quindi, il ciclo delle acque. I distretti coinvolti nel progetto dove si va indagando sui flussi e sulle eventuali simbiosi di materie prime, prodotti e scarti, sono: il tessile, il florovivaismo ed il cartario. Nel 1998 il progetto è risultato al 1° posto tra tutti i progetti presentati a livello europeo.

## Istituzione e caratterizzazione di un laboratorio ittiologico presso la sezione provinciale ARPA di Ferrara

C. Novi

ARPA Sezione di Ferrara

### Sessione Conoscenza

La nostra società provoca un enorme impatto sull'ambiente acquatico e sulla sua biodiversità, soprattutto a causa dell'inquinamento provocato da fonti industriali, urbane ed agricole.

La tutela dell'ambiente acquatico va ben al di là dell'utilizzo sostenibile delle risorse rinnovabili e presuppone una strategia integrata capace di contrastare l'inquinamento e il degrado degli *habitat*.

La recente legislazione emanata relativa alla matrice "acqua" (D. L.vo 152/99) è un importante punto di partenza per il perseguimento degli obiettivi ambientali; una delle priorità strategiche fissate per il prossimo decennio è affrontare le notevoli lacune attuative riscontrate in numerose aree.

Al riguardo, però, si è riscontrato come in campo nazionale non siano molte le fonti di informazione su queste ed altre tematiche previste dalla normativa vigente, pertanto sarà necessario che chi detiene queste conoscenze (l'A.R.P.A. Fe sicuramente ne detiene una parte importante) le metta a disposizione di tutti i soggetti interessati direttamente o indirettamente alla normativa.

Per le considerazioni sopra esposte, l'ARPA ha promosso un Progetto di Fattibilità che si è prefisso di studiare le correlazioni esistenti e prevedibili tra inquinamento del mare e dei corpi idrici e qualità ambientale, al fine di istituire un laboratorio altamente specializzato, riconosciuto a livello nazionale, presso la città di Ferrara.

La scelta di istituire un laboratorio ittiologico è motivata:

- dal ruolo scientifico e di ricerca già svolto dalla sezione ARPA-Fe per lo Stato e per la RER in materia di controllo ambientale del mare e delle acque di transizione;
- dalla dotazione di personale specializzato e di tecnologie avanzate nella riproduzione delle specie ittiche eurialine in condizioni controllate, che hanno permesso di promuovere, accanto a controlli ambientali qualificati, sperimentazioni inerenti problematiche nuove, quali le analisi ittiotossicologiche;
- dal rapporto diretto esistente tra la Sezione ARPA-Fe con gli organismi Regionali e Ministeriali e con importanti Istituti Universitari e Centri di Ricerca;
- dalle competenze di ARPA in materia di controllo ambientale e le conseguenti relazioni con ANPA, ICRAM e IRSA-CNR.

Con la realizzazione del Laboratorio Ittiologico si è così inteso esaminare la possibilità di realizzare una struttura operativa per il controllo e la classificazione delle acque opportunamente attrezzata e qualificata (laboratorio fisso e mobile), in grado anche di corrispondere a quanto auspicato dalla precitata normativa ambientale (D. L.vo 152/99).

L'attività del Laboratorio negli ultimi anni si è sviluppata principalmente nei confronti di:

- ricerche riguardanti indicatori biologici e test di tossicità, attraverso la messa a punto di nuove tecnologie con l'uso di specie eurialine autoctone;
- un progetto pilota di formazione sul monitoraggio, l'analisi e la classificazione delle acque mediante test di tossicità, per l'aggiornamento professionale di tecnici e dirigenti delle ARPA regionali;
- una valutazione dei pesci come indicatori di qualità e controllo ambientale dei corpi idrici (pesci sentinella).

### **Ricerche riguardanti indicatori biologici e test di tossicità attraverso la messa a punto di nuove tecnologie con l'uso di specie eurialine autoctone**

Per quanto concerne gli organismi acquatici impiegati nello svolgimento di prove di tossicità, la gamma è estremamente ampia essendo in molti casi correlata alla disponibilità ed alla volontà di svolgere i test su animali autoctoni. Anche in questo campo è noto che, nell'ultimo ventennio, sono stati compiuti grossi sforzi per standardizzare gli organismi cavia almeno sotto il profilo delle specie da utilizzare.

La ricerca delle specie acquatiche più adatte allo svolgimento dei test ha impegnato per decenni gli operatori di Canada e Stati Uniti dove l'analisi tossicologica di acque e scarichi è ormai un consolidato strumento di controllo che affianca regolarmente l'analisi chimica. Fra le caratteristiche che gli organismi impiegati per questo tipo di analisi devono possedere vi è, infatti, l'ampia disponibilità temporale e quantitativa di soggetti che abbiano elevata sensibilità alle sostanze inquinanti.

Nel caso specifico, nell'ambito della ricerca attivata dal laboratorio, è stata individuata nel latterino (*Atherina boyeri*, Risso) la specie più adatta allo svolgimento di test in ambiente marino. Questo pesce, oltre ad essere autoctono ed altamente sensibile a qualsiasi tipo di manipolazione, presenta una spiccata affinità con l'organismo prescelto dall'EPA per la stesura delle metodiche in tema di ittiotossicologia in acque marine, *Menidia beryllina*.

Parallelamente al latterino, è stato studiato il branzino (*Dicentrarchus labrax* L.) che, per la sua presenza ed il facile reperimento di uova e stadi giovanili di taglie uniformi sul mercato, potrebbe rappresentare un valido organismo per l'esecuzione di prove di ittiotossicità acuta e cronica.

Le sperimentazioni condotte su queste specie, seguendo le norme ufficiali adottate dal nostro Paese e riconosciute in sede internazionale, potrebbero rendere disponibili per l'Ente Pubblico una quantità di informazioni tali da consentire un eventuale aggiornamento dei limiti di legge oggi vigenti.

### **Progetto pilota di formazione sul monitoraggio, analisi e classificazione delle acque mediante test di tossicità, per l'aggiornamento professionale di Tecnici e Dirigenti delle ARPA regionali**

L'ANPA, in collaborazione con ARPA - FE, intende promuovere una serie di interventi di formazione finalizzati alla preparazione di Dirigenti e Tecnici che siano in grado di corrispondere alla richiesta di un monitoraggio delle acque e dei relativi sedimenti, integrando le analisi chimico-fisiche con metodologie biologiche (test di tossicità).

Il presente progetto rappresenta una prima azione pilota di formazione in grado di realizzare una significativa esperienza formativa che dimostri l'efficacia e l'efficienza del modello proposto anche per successive iniziative di costante formazione per gli operatori con competenze di vigilanza e controllo in materia ambientale.

L'attuale offerta di formazione qualificata in questa materia è spesso carente ed esiste una impossibilità cronica, per la grande maggioranza degli Enti interessati, di privarsi di risorse professionali per i periodi di tempo richiesti da programmi tradizionali.

Il presente progetto rappresenta, invece, una valida risposta a tale problematica e può corrispondere ai bisogni che si andranno a manifestare nel tempo e nelle diverse aree geografiche, mantenendosi, dal punto di vista metodologico, tecnico e scientifico rigorosamente aggiornato ai dettati delle norme.

L'articolazione progettuale infatti, può rispondere a queste esigenze pratiche da almeno tre punti di vista:

- è focalizzata sugli specifici bisogni degli operatori;
- è progettata su esperienze e materiali concreti prodotti dagli Enti promotori;
- infine, adotta un approccio didattico che, attraverso l'impiego delle tecnologie e delle metodologie di *"Distance Learning"*, consente anche ai tecnici più impegnati di aggiornarsi professionalmente senza privare le aziende di appartenenza della propria presenza continuativa.

### **Valutazione dei pesci come indicatori di qualità e controllo ambientale dei corpi idrici (pesci sentinella)**

Nell'ambito delle competenze della Sezione ARPA di Ferrara è stato predisposto un sistema di pronto intervento in grado di monitorare gli effetti ed indagare sulle cause di fenomeni acuti di inquinamento causati da episodi accidentali o dolosi.

Per corrispondere a quanto sopra esposto, l'ARPA - FE ha predisposto una struttura operativa in grado di assicurare un monitoraggio della qualità delle acque interne in riferimento alla vita della fauna ittica, in particolare in occasione di morie di pesce dovute a fenomeni di inquinamento, o ad interventi idraulici di messa in asciutta dei canali da parte dei Consorzi di Bonifica, attraverso un pronto intervento da parte del proprio personale specializzato in grado di effettuare tempestivamente i dovuti accertamenti, controlli e provvedimenti conseguenti. Altresì la struttura è in grado di raccordarsi con tutti gli Enti, Associazioni ed Istituzioni competenti a vario titolo di acque interne (A.U.S.L., Uffici della Provincia, Comuni, Associazioni della pesca sportiva e ricreativa, Consorzi di Bonifica, Università, Istituto Zooprofilattico Sperimentale, ecc).

Contemporaneamente, è stato predisposto un progetto di saggio di tossicità prolungato con specie ittiche autoctone denominate "pesci sentinella".

La capacità di alcune specie ittiche di sopportare senza problemi le condizioni di acquario previste per i test acuti, nonché l'allevamento in gabbie galleggianti, consente di proporre una metodologia per test cronici per valutare gli effetti più tipicamente subletali, quali sono quelli osservabili sull'accrescimento dell'organismo. Infatti, l'accrescimento, valutabile come "velocità di crescita specifica", è l'espressione ultima di molteplici aspetti, sia di natura biochimica, fi-

siologica come anche comportamentale, tutti potenzialmente alterabili, in vario grado, quando un organismo venga esposto ad una miscela di contaminanti. I test cronici si prestano anche alla valutazione degli effetti letali che pure potrebbero manifestarsi a causa dell'esposizione prolungata ai contaminanti.

In generale, si tenga presente che la variabilità, talvolta elevata, sia delle fonti di contaminazione che del corpo idrico che ne è recapito, possono essere la causa di una corrispondente variabilità degli effetti osservati. Pertanto, la mancata osservazione di effetti tossici in un preciso momento del regime idrologico del corpo idrico, non esclude che si possano riscontrare degli effetti nocivi attuando la sperimentazione in momenti e condizioni idrologiche differenti.

I pesci sentinella vengono anche proposti perché appaiono uno strumento indispensabile non solo per i controlli dei corpi idrici, ma anche per la sorveglianza delle fonti idriche destinate ad uso potabile.



## Criteri di identificazione e definizione di indicatori di qualità per gli ambienti ad acque di transizione

**Angelo Ferronato, Monica Lionello, Marco Ostoich, Giuliana Sanavio,** *Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto*

*Sessione tematica Conoscenza/Risanamento*

Per *acque di transizione* si intendono tutti i corpi idrici, ubicati lungo le coste marine, in cui si verifica l'incontro ed il mescolamento delle acque dolci provenienti dal drenaggio continentale (acque fluviali e freatiche) con le acque salate marine. Sono acque di transizione: gli estuari, i delta, le lagune, i porti, i golfi, ma anche i canali artificiali in cui avviene il mescolamento tra acque dolci e acque marine. Si tratta di ambienti particolarmente delicati il cui ecosistema può svolgere un importante ruolo anche per la riduzione dei carichi inquinanti trasportati dai corpi idrici e di protezione del mare. La Regione Veneto presenta vaste zone ad acque di transizione, tra le quali la più grande laguna italiana (laguna di Venezia) ed il delta del Po.

L'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto è l'organo tecnico, istituito con LR Veneto 32/96, incaricato dalla Regione Veneto dell'effettuazione dei monitoraggi delle acque superficiali e marino costiere, nonché nella predisposizione delle proposte di classificazione dei corpi idrici. La normativa italiana attualmente in vigore in tema di acque di transizione (allegato 1 del D. Lgs 152/99) indica come non sufficienti le attuali conoscenze ed esperienze di studio. In attesa della definizione ufficiale dei criteri per il monitoraggio delle matrici acqua e sedimenti il decreto definisce una serie di parametri che devono essere monitorati e suggerisce di eseguire delle indagini sulle biocenosi di maggior pregio ambientale (praterie di fanerogame, ecc.) e su altri bioindicatori per la caratterizzazione dello stato ambientale degli ecosistemi e per una loro classificazione.

Gli ambienti idrici costieri ad acque di transizione sono caratterizzati da: ampie variazioni spazio-temporali di salinità, forte escursione termica stagionale, idrodinamismo ridotto, mescolamento verticale principalmente per azione del vento, massa idrica a struttura laminare, apporti continui di materiale detritico organico e inorganico, grande sviluppo dell'area sedimentaria rispetto al volume delle acque, bassa profondità, sedimenti fini, abbondante materia organica, concentrazioni elevate di nutrienti a rapido riciclo, alta produttività primaria, tendenza marcata a rapidi cambiamenti ambientali, biota variabile, zonazione orizzontale e verticale delle biocenosi.

Fare il monitoraggio delle acque di transizione richiede in taluni casi un passaggio preliminare per la loro delimitazione fisica: alcune tipologie sono fisicamente definite (baie, lagune, ecc.), altre (estuari, delta) richiedono invece che siano valutati almeno alcuni parametri. In particolare esistono due tipi principali di ambienti ad acque di transizione: ambienti estuarini, ambienti lagunari. Tali ambienti hanno molte caratteristiche in comune e gli aspetti che permettono di distinguerli sono la circolazione idrica e la ripartizione dei sedimenti.

ARPAV, per conto del Centro Termatico Nazionale Acque Interne e Marino Costiere dell'ANPA, ha predisposto una proposta di criteri per l'identificazione, il monitoraggio e la classificazione delle acque di transizione sulla base di studi

sperimentali riportati nella bibliografia internazionale consultata e del D. Lgs 152/99. I criteri dovranno essere sperimentati in campo per un periodo minimo di due anni. Si suggeriscono tutte le indicazioni riportate al punto 3.5 del D. Lgs 152/99 e due distinti bioindici relativi al benthos:

- il bioindice “Lesina” di Breber P. e al. applicato negli ambienti lagunari;
- l’Indice Bentonico di Integrità Biotica (B-IBI) di Weisberg S.B. e al. (1997) applicato negli estuari.

Dallo studio bibliografico effettuato, sembra che tali bioindici singoli o insieme permettano di discriminare tra aree con condizioni ambientali degradate, ed aree con condizioni di riferimento e di fornire una scala uniforme di classificazione della qualità sulla base del principio di *Pearson* (Chang S. *et al.*, 1992). Le stime sulle comunità (indice di diversità, abbondanza, biomassa, ecc.) rappresentano infatti, un utile strumento (ragionevole e sensibile) di indagine dello stato di salute degli ambienti e ancor più se si tratta di comunità bentoniche, le quali, presentando scarsa mobilità, non possono evitare le condizioni avverse. Numerosi studi hanno dimostrato, in effetti, che il benthos risponde in maniera prevedibile a molti tipi di stress, e in particolare che la struttura delle comunità bentoniche (specie-abbondanza-biomassa) e le loro distribuzioni riflettono il tipo di stress (naturale e/o antropico) a cui l’ambiente è o è stato sottoposto. È necessario tenere conto che le comunità bentoniche sane sono caratterizzate di norma da un’elevata biomassa in cui dominano le specie longeve, spesso quelle di fondo, e da un’elevata ricchezza in specie, indicando un passato storico con un’adeguata ossigenazione della colonna d’acqua.

ARPAV ha provveduto ad individuare i principali ambienti ad acque di transizione nel territorio di propria competenza, per effettuare la sperimentazione dei criteri di monitoraggio e procedere alla classificazione di tali ambienti. L’obiettivo è quello di acquisire, al termine della campagna sperimentale di monitoraggio, un’immagine più chiara e più ampia sulle acque di transizione ed individuare anche il corpo idrico di riferimento (concreto o teorico che sia) per ogni realtà. In questo modo si potrà valutare quali sono i parametri (di stato o di pressione) più significativi da monitorare per definire lo stato ecologico di ogni corpo idrico (modello DPSIR); tali parametri costituiranno gli strumenti utili per impostare linee guida definitive per il monitoraggio e la classificazione delle acque di transizione, come richiesto dal legislatore.

## Indagine sulla presenza di uranio nell'ambiente marino antistante la costa emiliano-romagnola

L. Gaidolfi, L. Achilli, M. Bettinelli, S. Fabbri, A. Gazzola,  
M. Repetti, C. Terzoni, S. Violanti, *ARPA Emilia-Romagna Sezione di Piacenza*  
O. Giovanardi, *ICRAM*  
S. Spezia, *ENEL Produzione*

*Sessione tematica Conoscenza*

### Introduzione

Il recente conflitto nei Balcani del 1999 e le successive vicende sanitarie accusate da alcuni militari impiegati nelle forze multinazionali di pace ha indotto la comunità scientifica ad approfondire le problematiche connesse all'impiego di proiettili all'Uranio impoverito (DU).

Nel 2000, nell'ambito del Programma Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP), un gruppo di esperti provenienti da Istituzioni internazionali e laboratori nazionali ha svolto una missione nella regione del Kosovo per stabilire i livelli di contaminazione ambientale radioattiva in aree in cui erano stati utilizzati proiettili al DU. La missione è stata resa possibile dalla cooperazione della NATO, che ha fornito alle Nazioni Unite sia una mappa dettagliata di tutti i siti in cui erano stati impiegati tali proiettili che il loro numero preciso. A conclusione della missione, l'UNEP ha prodotto un rapporto finale nel quale sono riportate, fra le altre, le seguenti conclusioni: non è stata riscontrata la presenza di contaminazione rilevabile da DU diffusa sul terreno, ma risulta limitata ad aree circoscritte entro pochi metri dai "punti di contaminazione" localizzati e causati dall'impatto dei proiettili; la maggior parte della radioattività era concentrata su asfalto, cemento e suolo circostante i "punti di contaminazione" la presenza di tali "punti di contaminazione" non comporta tuttavia un rischio significativo in termini di possibile contaminazione di aria, acque e piante i proiettili possono ossidarsi nel tempo e lo strato più esterno della loro superficie può essere rimossa più facilmente; parte del DU viene così a disperdersi nel terreno sottostante il proiettile e risulta misurabile fino ad una profondità di 10-20 cm sono state rilevate tracce degli isotopi U236 e Pu239/240, anche se in basse concentrazioni che non pongono quindi rischi significativi; tuttavia ciò porta a confermare che, per la produzione dei proiettili utilizzati in Kosovo, è stato impiegato materiale derivante non solo dal processo di fabbricazione delle barre ad U arricchito usato nei reattori o armi nucleari, ma anche dal riprocessamento del combustibile nucleare.

### Attività di bonifica in alto Adriatico

La guerra del Kosovo ha comportato, inoltre, lo sganciamento nel mare Adriatico e nel lago di Garda dei proiettili inutilizzati. Nel mese di agosto del 1999, lo Stato Maggiore della Marina ha diffuso una nota informativa relativamente alla

conclusione dell'attività di bonifica degli ordigni rilasciati nelle "Jettison Areas" in Adriatico. L'attività di bonifica si è svolta in due operazioni separate, in zone dell'Alto Adriatico e dell'Adriatico centro-meridionale. Nel primo caso, l'operazione si è svolta al largo di Chioggia sotto il Comando Nazionale ed ha portato alla bonifica di un'area di circa 200 miglia quadrate; nel corso di questa attività sono stati localizzati e distrutti complessivamente 38 ordigni, 6 dei quali vecchi residui bellici.

La seconda operazione, svolta sotto il Comando NATO, ha bonificato un'area di circa 1050 miglia quadrate, localizzando e distruggendo 93 ordigni, una ventina dei quali vecchi residui bellici.

### Progetto Icram

A seguito di una richiesta del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, avanzata all'ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare), è stato avviato un progetto consistente nella verifica se i rilasci nel mare Adriatico di residui bellici al DU e le conseguenti attività di bonifica possano comportare un impatto nell'ecosistema marino, prevedendo pertanto una campagna di monitoraggio nelle acque del Mare Adriatico per la verifica dei livelli di contaminazione radioattiva imputabili alla presenza di proiettili al DU.

È stata quindi concordata una prima indagine nelle aree dell'Alto Adriatico, ritenendo opportuno determinare gli isotopi dell'U in organismi filtratori di fondo. L'ICRAM ha richiesto la collaborazione di ANPA affinché coinvolgesse le strutture laboratoristiche regionali interessate al progetto, al quale hanno quindi aderito i laboratori di riferimento per la radioattività ambientale dell'ARPA Lombardia, ARPA Piemonte ed ARPA Emilia Romagna. L'ICRAM ha quindi provveduto al prelievo di 10 campioni di *Aequipecten opercularis* (Canestrelli) per ciascun laboratorio partecipante al progetto, composti ciascuno di almeno 2 kg di peso fresco di parte edule. Per la Regione Emilia-Romagna, tramite la struttura oceanografica DAPHNE dell'ARPA, sono stati prelevati anche 2 campioni di *Scapharca inequalis* in due aree distinte dell'Alto Adriatico.

La scelta di inserire anche questo tipo di mollusco nel progetto deriva dal fatto che questa matrice è già da tempo compresa nella "Rete di controllo della radioattività ambientale nella regione Emilia-Romagna" e pertanto potrà essere evidenziata, per questi organismi, la tendenza ad eventuali fenomeni di accumulo degli isotopi dell'Uranio. Sui campioni così raccolti sono state effettuate analisi di spettrometria *g* e spettrometria *a* (solo su 2 campioni di *Aequipecten opercularis*) presso la Sezione ARPA di Piacenza ed analisi in ICP-MS presso il Laboratorio di Piacenza di ENEL Produzione.

### Metodologia di misura

#### Spettrometria *g*

I campioni di pertinenza del progetto ICRAM, senza alcun trattamento preliminare, sono stati misurati per almeno 60000 sec tramite le catene di spettrometria *g* in dotazione alla Sezione Provinciale ARPA di Piacenza, caratterizzate da rivelatori di tipo *pen*, con efficienze comprese fra 25% e 80%.

#### *Spettrometria a*

I campioni, preparati in doppio, dopo graduale incenerimento a 450° C, vengono trattati con HNO<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sino a residuo bianco, riportati a 450° C per una notte, lisciviati con HNO<sub>3</sub> 8M per 8 ore, estratti dopo filtrazione con TOPO 0.3M in cicloesano e lavati con HNO<sub>3</sub> 2M.

Il Th viene eluito con HCl 1 M, l'U con (NH<sub>4</sub>CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 10% ed infine elettrodepositato a pH 4 come (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

I piattelli così preparati sono stati misurati per almeno 200000 sec tramite le catene di spettrometria a in dotazione alla Sezione Provinciale ARPA di Piacenza, caratterizzate da rivelatori a barriera superficiale, con efficienza pari a circa il 16%.

#### *Spettrometria di massa (ICP-MS (Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry))*

I campioni sono stati preventivamente essiccati a 105° C per una notte, macinati finemente e quindi solubilizzati, adottando il metodo EPA 3052, che prevede la solubilizzazione del campione mediante attacco acido in forno a microonde. A tale scopo vengono pesati circa 250 mg di campione essiccato a cui si aggiungono 8 ml di acqua regia e 2 ml di HF. I campioni vengono quindi sottoposti ad opportuno trattamento termico, al termine del quale le soluzioni di attacco vengono filtrate e portate al volume finale di 50 mL con acqua deionizzata.

I campioni sono stati quindi analizzati mediante la strumentazione per spettrometria di massa in dotazione al Laboratorio di Piacenza di ENEL Produzione, caratterizzata da una sorgente al plasma ELAN 5000 ICP-MS, ottimizzata seguendo le procedure previste dal manuale di funzionamento dello strumento, in particolare verificando la sensibilità per gli isotopi Rh103, Pb207, il rumore di fondo alla massa 220 e la risoluzione dei picchi alle masse Pb208 e U238.

### **Conclusioni**

La recente guerra nei Balcani ha riportato all'attenzione della popolazione l'impiego di armi e mezzi corazzati al DU. Tuttavia, come si può constatare dal rapporto UNEP, non si sono riscontrati significativi livelli di contaminazione da DU in campioni alimentari prelevati nei luoghi coinvolti dal conflitto.

Anche le misure effettuate su matrici di origine marina, a seguito delle operazioni di bonifica di ordigni rilasciati nel Mare Adriatico, non hanno evidenziato variazioni di concentrazione di radioattività nel corso degli ultimi 3 anni; inoltre, considerando che l'acqua di mare contiene circa 3 ppb di U (cioè 1 km<sup>3</sup> contiene circa 3 ton di U), non sono prevedibili rilevanti alterazioni ambientali a causa del lento processo di solubilizzazione del DU, e la diffusione dovuta alle correnti marine.

Sperimentalmente, nei campioni esaminati si può escludere la presenza di U impoverito in quanto: il rapporto isotopico misurato sperimentalmente tramite ICP-MS è risultato simile a quello dell'U naturale ( $U^{235}/U^{238} = 0,0072 \pm 0,0002$ ) le concentrazioni di U<sup>234</sup> e U<sup>238</sup> misurate tramite spettrometria a, risultano confrontabili;

in molti campioni si è riscontrata la presenza anche di altri radioisotopi appartenenti alla catena dell'U<sup>238</sup>, successivi all'U<sup>234</sup> (Ra<sup>226</sup> fino a Pb<sup>214</sup> e Bi<sup>214</sup>),

anche se con concentrazioni diverse: durante il processo di estrazione dell'U dal minerale tutti i prodotti di decadimento radioattivi vengono separati, ad eccezione dell'U234.

Per quanto attiene alle tecniche di misura adottate, si può osservare un buon accordo fra i risultati ottenuti con la spettrometria  $\alpha$  e l'ICP-MS; la tecnica della spettrometria  $\gamma$  tende generalmente a sovrastimare il contenuto di U238, specialmente se si utilizza il radioisotopo Pa234<sup>m</sup> ed in particolare per le matrici biologiche.

Al fine di garantire la piena confrontabilità dei dati fra i diversi partecipanti al programma di monitoraggio, l'ANPA ha infine organizzato un interconfronto su materiali di riferimento sui quali effettuare le determinazioni di U234, U235 e U238.

## Sito *web* balneazione regionale e cartografia del litorale emiliano-romagnolo

Gabriele Croatti, Roberto Merloni, Mauro Ricciotti,  
Leonardo Ronchini, Mauro Stambazzi

ARPA ER, Sezione provinciale di Rimini

### Sessione tematica Conoscenza

È in fase di avanzata predisposizione il progetto che consentirà di rendere attivo, per la prossima stagione balneare, un sito *Internet* relativo alla qualità delle acque di balneazione dell'Emilia-Romagna. Attraverso pochi movimenti del mouse, si potranno esaminare le carte tematiche di dettaglio comunale collegate ai database del monitoraggio aggiornati in tempo reale.

Il passo successivo, entro il 2002, prevede la sovrapposizione delle carte della balneazione con quelle della qualità delle acque superficiali e sotterranee dell'entroterra individuato dalla Regione come "Zona sensibile" ai sensi del D. Lgs. 152/99 (fino a 10 km dalla costa), anch'esse collegate coi dati dei relativi monitoraggi.

Le rappresentazioni cartografiche saranno arricchite dalla localizzazione dei principali elementi di pressione sulla rete idrografica (scarichi pubblici e privati), collegati alla descrizione delle loro caratteristiche essenziali ed agli esiti dei controlli di qualità degli effluenti.

Si vuole così illustrare lo "stato" delle acque di balneazione senza trascurare le "pressioni" (acque interne e scarichi) che ne condizionano la qualità.

Infine, si renderanno disponibili le rappresentazioni delle variazioni della linea di costa (erosioni) e delle zone a valenza naturalistica del litorale.

Ovviamente, per completare il quadro informativo, il sito avrà collegamenti con altri siti di ARPA che forniscono ulteriori elementi sulle caratteristiche del mare Adriatico (Struttura oceanografica Daphne; Servizio meteorologico regionale) e fornirà notizie sanitarie e suggerimenti comportamentali diretti ai bagnanti (esposizione alle radiazioni solari, ecc.).

Logo Regione ER	TITOLO		Logo ARPA ER	Logo ARPA ER
Descrizione progetto	Provincia di Ferrara	ARPA FE	Provincia di Ferrara	ARPA FA
Metodi analisi	<a href="#">Carnacchi</a>	AUEL	Parvezz	AUEL
Punti prelievo			Cerna	
<a href="#">Classano</a>				
Normativa	Prov. di Forlì-Cesena	ARPA FC	Provincia di Ferrara	ARPA FA
Link utili	Carnacchi	AUEL		AUEL
Diplomi	Classe Milano		Belena Igna Morra	
ABC del turista	Savignano sul R.		Ferrara	
	S. Maria Pascoli		Parvezz	
			Milano A	
			Catania	

Scheletro della *home page* del sito balneazione regionale (bozza)

Logo AFPM Set. Provincie	COMUNE DI _____ Punti di campionamento	Visualizza lista dei comuni	AURA
-----------------------------	---	-----------------------------	------

Me 500 pH	Descrizione del punto	Stato di <a href="#">batterabilità</a>
Me 500 pH	Descrizione del punto	Stato di batterabilità
Me 500 pH	Descrizione del punto	Stato di batterabilità
Me 500 pH	Descrizione del punto	Stato di batterabilità

Esempio di pagina comunale (bozza) e tabella dei dati

## Risultati analitici dei campionamenti routinari nell'anno 2001

Data di prelievo	Coliformi totali (UFC/100ml)	Coliformi fecali (UFC/100ml)	Streptococchi fecali (UFC/100ml)	Ossigeno disciolto (%)	pH	Colorazione	Trasparenza (m)	Cloro minerali (mg/l)	Tensioattivi (mg/l)	Fenoli (mg/l)
04/04/01	26	6	3	105	8	0	1	0	0	0
19/04/01	270	45	8	78	8	0	1	0	0	0
03/05/01	230	38	4	91	8	0	1	0	0	0
16/06/01	5500	560	58	95	8	0	1	0	0	0
06/06/01	6900	6400	83	80	8	0	1	0	0	0
21/06/01	1160	220	0	85	8	0	1	0	0	0
03/07/01	860	250	1	73	7	0	1	0	0	0
04/07/01	10	1	0	85	8	0	1	0	0	0
16/07/01	7300	1800	31	93	8	0	1	0	0	0
01/08/01	7	10	0	75	8	0	1	0	0	0
20/08/01	280	38	6	83	8	0	1	0	0	0

## Risultati analitici dei campionamenti routinari nell'anno 2001

Data di prelievo	Coliformi totali (UFC/100ml)	Coliformi fecali (UFC/100ml)	Streptococchi fecali (UFC/100ml)	Ossigeno disciolto (%)	pH	Colorazione	Trasparenza (m)	Cloro minerali (mg/l)	Tensioattivi (mg/l)	Fenoli (mg/l)
04/04/01	26	6	3	105	8	0	1	0	0	0
19/04/01	270	45	8	78	8	0	1	0	0	0
03/05/01	230	38	4	91	8	0	1	0	0	0
16/06/01	5500	560	58	95	8	0	1	0	0	0
06/06/01	6900	6400	83	80	8	0	1	0	0	0
21/06/01	1160	220	0	85	8	0	1	0	0	0
03/07/01	860	250	1	73	7	0	1	0	0	0
04/07/01	10	1	0	85	8	0	1	0	0	0
16/07/01	7300	1800	31	93	8	0	1	0	0	0
01/08/01	7	10	0	75	8	0	1	0	0	0
20/08/01	280	38	6	83	8	0	1	0	0	0

Microsoft Internet Explorer

File Modifica Visualizza Preferenze Strumenti

Indirizzo: <http://www.adfec.net/previsioni>

Condizione di estrema

**Coliformi Totali:** microorganismi coccobacillari gram negativi. Sono presenti in natura in diverse matrici (animali, vegetali). Secondo il DPR 470/82 non devono superare il limite di 2000/100 ml di acqua minerale.

**Coliformi Fecali:** microorganismi coccobacillari gram negativi costituenti la normale flora microbica intestinale dell'uomo e di altre specie animali. La presenza nell'acqua evidenzia una contaminazione fecale recente. Secondo il DPR 470/82 non devono superare il limite di 100/100 ml di acqua minerale.

Opzione completa



CONTRIBUTI TECNICI





## I porticcioli turistici: monitoraggio della qualità delle acque e dei sedimenti

R. M. Bertolotto, S. Albanese, C. Cuneo

ARPA Liguria

Negli anni 1999 e 2000 A.R.P.A.L., in collaborazione con la Regione Liguria, ha condotto un monitoraggio nell'ambito del Gruppo di Lavoro "Impact des ports de plaisance" operante in seno all'accordo internazionale RA.MO.GE.; tale accordo, vigente dal 1976 tra Italia, Principato di Monaco e Francia, promuove lo studio e la collaborazione fra i tre Paesi con lo scopo di acquisire nuove conoscenze, tutelare e difendere l'ambiente marino e il tratto di litorale ligure-provenzale.

Il lavoro aveva lo scopo di valutare l'impatto dei porti turistici sulla qualità dell'ambiente litorale; oggetto del presente studio sono stati porti turistici di ridotte dimensioni, sia francesi che italiani. In particolare questo monitoraggio ha riguardato i porticcioli di Alassio e di Sanremo Portosole, sui quali sono state svolte nel 1999 indagini stagionali sulle acque, in stazioni interne ed immediatamente esterne ai porticcioli. L'anno seguente, sulle stesse stazioni e con due campionamenti (estivo ed invernale) è stata campionata la matrice sedimentaria.

	Acque (1999)	Sedimenti (2000)
N° Campionamenti	4 (freq. stagionale)	2 (estivo e invernale)
N° Stazioni	10 (Sanremo) 6 (Alassio)	10 (Sanremo) 6 (Alassio)

Parametri analizzati ACQUE (1999)	Parametri analizzati SEDIMENTI (2000)
pH	Granulometria
conducibilità	Sostanza organica totale
O <sub>2</sub> disciolto	Metalli (As, Cd, Cr totale ed esavalente, Hg, Pb, Cu, Zn, Sn, Al)
solidi sospesi	Pesticidi organoclorurati
nutrienti (NH <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> )	PCB
tensioattivi anionici	IPA
Idrocarburi totali	Composti organostannici
IPA	
E. coli e Str. <i>faecalis</i>	

Il controllo e la tutela dello stato dell'ambiente marino nelle aree situate in prossimità dei porti turistici risultano di particolare interesse ambientale ed anche economico, in quanto le attività di diporto inducono pressioni assai diffuse su tratti di costa interessata dal turismo.

L'ambiente portuale costituisce potenzialmente un vero e proprio serbatoio di inquinanti, in quanto riceve facilmente emissioni (da natanti in sosta o in transito, da attività connesse al porto quali rimessaggi, verniciature, lavaggi barche, da piccoli scarichi civili e corsi d'acqua che sfociano nello specchio acqueo), ma non altrettanto facilmente riesce a liberarsene, essendo un sistema semichiuso e a basso idrodinamismo. Quest'ultima caratteristica produce un duplice effetto a favore dell'accumulo degli inquinanti:

- diretto, perché ostacola la diluizione dei contaminanti (la più semplice ed immediata forma di autodepurazione dei corpi idrici);
- indiretto, perché trattiene la parte del sedimento a granulometria più fine, che è anche più affine alla maggior parte degli inquinanti.

In tale contesto si è ritenuto interessante non limitare il controllo dello stato dell'ambiente soltanto alle acque, ma estenderlo anche ai sedimenti, che costituiscono una sorta di "memoria storica" del sistema.

### Monitoraggio acque

L'analisi statistica multivariata dei risultati ottenuti nei due porticcioli ha confermato sostanzialmente l'ipotesi che punti interni ed esterni ai porticcioli tendano a formare due gruppi distinti; ciò risulta particolarmente netto ad Alassio, mentre a Sanremo si nota la singolarità di una stazione, in prossimità della foce di un piccolo torrente, che risulta anomala rispetto a tutte le altre in quanto caratterizzata da valori dei parametri indagati mediamente più alti.

In entrambi i porticcioli l'esame dei risultati nei punti interni ed esterni, nei vari periodi campionati, mostra che:

- la concentrazione nutrienti è, come ci si attendeva, quasi sempre più elevata all'interno che all'esterno dei porti, con differenze tendenzialmente più marcate nella stagione estiva;
- nonostante il limitato numero di campionamenti non permetta di estrarre informazioni statisticamente significative sulle tendenze stagionali, sembrerebbe comunque confermato l'aumento di inquinamento da idrocarburi (che restano però a livelli estremamente contenuti) nei mesi estivi;
- gli inquinanti di tipo "civile" presentano invece un andamento variabile e sono, con ogni probabilità, fortemente influenzati da scarichi occasionali, correnti, condizioni meteorologiche.

Nei limiti dello studio, e per i parametri analizzati nel presente monitoraggio, non si sono evidenziate situazioni particolarmente critiche.

L'analisi dei risultati suggerisce la presenza di forti variazioni sia spaziali che temporali, imputabili a fenomeni di carattere locale o correlati a scale temporali più brevi di quelle usate nel monitoraggio stesso. Quindi i risultati ottenuti dovrebbero venire trattati al pari di "fotografie" rappresentative di alcune specifiche situazioni momentanee e non possono essere interpretati come "condizioni tipiche" della stagione in cui è stato effettuato il campionamento.

Tali limiti nella rappresentatività dei risultati ottenuti rispetto alla reale situazione ambientale possono essere almeno in parte superati studiando, oltre al comparto "acqua", anche il comparto "sedimento".

### Monitoraggio sedimenti

Anche sui dati riguardanti i sedimenti sono state applicate tecniche statistiche di classificazione (*clustering*) tramite le quali si sono individuate similarità e differenze tra i vari campioni. In particolare si è voluto indagare, in base ai parame-

tri analizzati, quale potesse essere il fattore discriminante tra i campioni (che li rende più dissimili): stagione di campionamento (estate/inverno), porticciolo (Alassio/Sanremo) o localizzazione (interno/esterno al porto).

I raggruppamenti sono risultati prevalentemente associati alla diversa localizzazione (interno/esterno), in modo particolarmente evidente ad Alassio (analogamente al monitoraggio "acque"), mentre a Sanremo si nota anche una certa influenza della stagione di campionamento; occorre ricordare però, a tale proposito, che la campagna invernale è stata realizzata in un periodo immediatamente successivo a mareggiate particolarmente violente che hanno causato considerevoli danni alle imbarcazioni ed alle strutture portuali di questo porticciolo.

Nonostante i parametri indagati abbiano mediamente mostrato nei punti interni alla diga foranea concentrazioni più elevate rispetto all'esterno, non sono emerse condizioni preoccupanti di inquinamento nei sedimenti marini di Alassio e di Sanremo, così come non ne erano emerse nel precedente studio, effettuato sulle acque degli stessi porticcioli.

I metalli, ad esempio, non hanno mai superato i valori ERM (Effects Range Median): concentrazione al di sopra della quale gli effetti tossici sono probabili (50% dei campioni) secondo le Linee Guida di qualità dei sedimenti prodotte dal National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) degli USA.

Valori relativamente più elevati si sono riscontrati per metalli poco tossici, come ad esempio rame e zinco, usati appunto nel mantenimento delle imbarcazioni o dei loro accessori.

Per quanto riguarda gli inquinanti organici, i PCB sono presenti soprattutto all'interno dei porticcioli, ma anch'essi in quantità ben lontane dai rispettivi valori di ERM e da valori di riferimento di zone inquinate secondo letteratura scientifica.

Gli IPA, a differenza degli altri microinquinanti organici analizzati, non mostrano una diversità di distribuzione tra interno ed esterno dei porticcioli; si rileva invece una concentrazione significativamente maggiore nel porticciolo di Sanremo rispetto a quello di Alassio, analogamente a quanto è stato rilevato nel corso del monitoraggio effettuato sulle acque nel 1999. Anche per gli IPA in nessun caso è stato comunque superato il valore ERM.

I valori ERM sono raggiunti e superati solo nel caso di alcuni pesticidi clorurati nel porticciolo di Sanremo. Occorre ricordare però che, secondo le stesse linee guida della NOAA, l'affidabilità predittiva di effetti tossici del valore ERM per i pesticidi clorurati è molto minore rispetto ai metalli.

La presenza di pesticidi organoclorurati comunque è associabile all'agricoltura ed al florovivaismo, attività particolarmente diffusa in questa zona. L'associazione di questi parametri agli apporti terrigeni è confermata dal fatto che i punti più inquinati da pesticidi sono situati presso la foce del Rio San Francesco.

Dai risultati del monitoraggio affrontato in questo progetto i porticcioli di capienza ridotta rivolti prevalentemente alla navigazione diportistica non sembrano costituire un fattore di pressione particolarmente impattante sulla qualità di acque e fondali.

È in ogni caso importante effettuare periodici controlli di questo tipo e sarebbe inoltre interessante affiancare alle indagini sugli inquinanti chimici delle informazioni sulla reazione dell'ecosistema, tramite studi ecotossicologici e sulle comunità bentoniche.



## Progetto di monitoraggio dei sedimenti marini nelle acque costiere liguri

R. M. Bertolotto, C. Cuneo

ARPA Liguria

Negli anni 1999 e 2000 il Ministero dell'Ambiente, tramite la Regione Liguria, ha finanziato un progetto "pilota" sul monitoraggio dei sedimenti marini nelle acque costiere liguri, riprendendo in parte il monitoraggio delle acque costiere già in corso a partire dalla fine del 1997, ma andando a valutare, negli stessi punti di campionamento, le concentrazioni di alcuni parametri inquinanti nella matrice sedimentaria.

Nel corso della prima campagna, svoltasi nei mesi di giugno e luglio 1999, è stato prelevato del materiale nei 25 transetti individuati lungo tutta la costa ligure. In base ai risultati della prima, sono state scelte le tre aree di approfondimento su cui svolgere analisi più complete (seconda campagna di campionamento, dicembre 1999-gennaio 2000), associando alle determinazioni di tipo chimico-fisico anche saggi tossicologici e analisi di biocenosi bentoniche.

Questo tipo di approccio integrato, che può essere riportato al concetto di "triade" dei sedimenti (NOAA, *Sediment Quality Triad*), rappresenta oggi un modo completo di affrontare e comprendere il problema della presenza di contaminanti nei sedimenti costieri. Si accostano misure di contaminazione quantificate con analisi chimiche, misure di tossicità determinate con saggi biologici di laboratorio e informazioni sulla struttura delle comunità bentoniche, descritte tramite analisi tassonomiche della macrofauna.

Le analisi chimiche danno informazioni sulla miscela e sulle concentrazioni di contaminanti potenzialmente dannose per il biota; i saggi biologici informano sulla effettiva biodisponibilità e tossicità dei contaminanti adsorbiti al sedimento, mentre i dati sulle comunità bentoniche evidenziano eventuali alterazioni in composizione delle specie residenti rispetto ad un ecosistema non alterato.

I dati di questi tre insiemi di misure sono complementari e forniscono informazioni empiriche sia sulla contaminazione sia sui suoi effetti, in vista di una classificazione della qualità relativa dei sedimenti.

Come riferimento per valutare le concentrazioni di inquinanti metallici e organici rilevate, ci si è basati sulle Linee Guida di qualità dei sedimenti prodotte dal *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) negli USA, sviluppate a partire da grandi quantità di dati prodotti da studi che includessero sia misure chimiche che analisi su effetti biologici.

Per ogni sostanza sono disponibili due valori:

- ERL (*Effects Range Low*): concentrazione al di sotto della quale sono rari gli effetti tossici (10% dei campioni);
- ERM (*Effects Range Median*): concentrazione al di sopra della quale gli effetti tossici sono probabili (50% dei campioni).

Queste linee guida numeriche sono strumenti informali per l'interpretazione dei dati analitici, ma nel nostro caso, non esistendo limiti normativi per le concentrazioni di inquinanti nei sedimenti, esse rappresentano un riferimento attendibile al riguardo.

## I Campagna

Dal primo monitoraggio su tutta la costa ligure non si sono riscontrate situazioni impreviste o di particolare gravità: si osservano concentrazioni più elevate di metalli pesanti presso Vado Ligure, Genova Voltri, Riva Trigoso e La Spezia, ma solo per il cromo a Cogoleto si evidenziano valori anomali. Come ci si aspettava, le concentrazioni più elevate di IPA sono state osservate per le zone di Genova Valpolcevera e Punta Vagno, e in misura minore a Finale Ligure, ma comunque sempre in quantità non allarmanti.

I pesticidi sono assenti quasi ovunque tranne presso Sanremo, Arma di Taggia e Albisola Marina, interessate infatti da attività agricole e di floricoltura.

Anche per i PCB i valori riscontrati sono sempre molto esigui, a parte nelle aree alla foce del Polcevera e di Genova Punta Vagno. Il Polcevera e il Bisagno causano un apporto di materiale in mare, che tende poi ad allontanarsi a profondità maggiori. Sottocosta infatti le concentrazioni sono molto meno elevate e rispecchiano probabilmente una situazione più recente, in cui l'utilizzo dei PCB ha cominciato ad essere regolamentato per mezzo di apposite normative.

## II Campagna

Per lo studio di approfondimento si sono scelte tre aree che, in base al primo monitoraggio, mostravano concentrazioni interessanti di inquinanti. Le problematiche delle tre aree erano quindi in qualche modo prevedibili e sono state sostanzialmente confermate.

Presso Vado Ligure si rileva inquinamento da metalli pesanti (in particolare mercurio) e sostanze organiche, riconducibile all'intensa attività industriale che insiste nella zona da diverse decine di anni.

Nell'area di Cogoleto si conferma la nota problematica dell'inquinamento da cromo, accompagnato da altri metalli, come ad esempio arsenico. Anche la zona di Riva Trigoso, riconosciuta come generalmente la meno inquinata, mostra valori di arsenico e rame quasi mai al di sotto dell'ERL, e valori di cromo totale che superano l'ERM in metà delle stazioni; a tale proposito occorre ricordare però che la zona indagata è caratterizzata da rocce ricche di cromo "naturale". Lo studio ecotossicologico, inoltre, ha evidenziato nelle tre aree alcune zone di criticità.

I saggi biologici forniscono informazioni circa la biodisponibilità dei contaminanti agli organismi considerando gli effetti sinergici e/o antagonistici delle sostanze tossiche che possono riflettersi sugli equilibri dell'ecosistema marino, sia a breve (tossicità acuta) sia a lungo termine (tossicità cronica).

In questo studio è stata applicata una batteria di saggi comprendente organismi con caratteristiche differenti per categoria trofica, livello evolutivo, stadio vitale, vie di esposizione ed habitat, al fine di ottenere una stima più completa possibile dei livelli di tossicità ecologica del sedimento: batteri (sistema Microtox®), echinodermi ed anfipodi.

La tossicità è risultata limitata e circoscritta a Riva Trigoso, piuttosto presente a Cogoleto (sia acuta sia cronica) e diffusa a Vado Ligure, ma solo per quanto riguarda gli effetti a lungo termine.

Lo studio delle biocenosi presenti ha evidenziato che i popolamenti delle tre aree hanno una struttura articolata, manifestando buona ricchezza e diversità specifica.



Per alcuni parametri è possibile notare inoltre un lento (sia pur non omogeneo) miglioramento della qualità dei sedimenti, testimoniato, in alcuni casi, da valori dei contaminanti tendenzialmente più bassi nei sedimenti superficiali rispetto a quelli profondi. Questo quadro testimonia eventi passati di immissione di sostanze pericolose che tendono parzialmente a ridursi negli ultimi tempi.

Attualmente è in corso un ulteriore studio di approfondimento per identificare tra l'altro i valori di *background* dei contaminanti presenti, eseguendo dei carotaggi più profondi e realizzando la datazione degli strati campionati mediante isotopi radioattivi a basso tempo di dimezzamento.

In questo contesto lo scenario che si prospetta è l'individuazione delle fonti di inquinamento, al fine di limitare l'immissione in mare di sostanze nocive all'ambiente, praticando contemporaneamente un'attività di monitoraggio dei fondali e fissando degli obiettivi di qualità da raggiungere nei prossimi anni per la salvaguardia dell'ambiente marino-costiero.



## L'analisi dei dati meteorologici e di inquinamento un *software* dal piano aria della regione Marche

Gilberto Giannini, Barbara Scavolini

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

Antonio Levy, Consulente esterno

*Sessione tematica Conoscenza: Monitoraggio*

Nell'ambito del piano regionale per il risanamento della qualità dell'aria, per la caratterizzazione meteoroclimatica delle zone considerate più significative da un punto di vista dell'inquinamento atmosferico sono stati posti due obiettivi principali:

- a) il censimento di tutte le stazioni dislocate sull'intero territorio regionale, sondando in particolare la loro *rappresentatività* per gli studi di inquinamento atmosferico, sia in termini di presenza dei sensori adeguati, sia in termini di collocazione, distanza ed altezza degli ostacoli, sistema di trattamento dati e funzionalità;
- b) la raccolta e l'analisi dei dati esistenti nelle stazioni prescelte; mediante lo stesso *software* si è poi reso possibile analizzare le correlazioni tra i dati di inquinamento e il vento.

In totale sono state censite 108 stazioni fisse, delle quali 90 installate (data fine 1998, mentre l'installazione di altre è avvenuta nel 1999); 80 dispongono di dati informatizzati. 65 di queste dispongono di sonde di velocità e direzione del vento, 38 anche di sonde di radiazione globale e 14 di sonda di radiazione netta.

Nella **figura 1** è mostrata la dislocazione nel territorio regionale delle varie stazioni, che sono state *georeferenziate* ed introdotte nei progetti del GIS.

Sia a causa delle diverse configurazioni ed impostazioni delle stazioni, che impedivano di fatto l'utilizzo di *software* esistenti, sia per i particolari obiettivi di analisi che ci siamo posti, abbiamo sviluppato specifici programmi di elaborazione e analisi dei dati, su database Access, nel quale sono stati caricati gli archivi delle misure meteo e schede riassuntive delle caratteristiche fondamentali di ogni stazione.

Il programma, oltre a riportare i dati di stazioni "storiche" (ricavati da elaborazioni già effettuate per stazioni con disponibilità di dati più che decennale, automatizza l'inserimento dati ed elabora i dati medi orari di stazioni "informatizzate" (è stato raccolto almeno un anno di misura di dati orari, in genere 1997, per 17 stazioni).

In particolare per tali stazioni è possibile scegliere, in una finestra a discesa, uno qualunque dei parametri rilevati dalla stazione scelta e richiedere le seguenti elaborazioni: medie giornaliere, giorno tipo e medie orarie di un dato periodo di osservazione.

Dal menu è possibile altresì accedere alla rosa dei venti (vedi **figura 2**), costruita secondo criteri di massima flessibilità, poiché possono essere scelti:

- il parametro di classificazione del diagramma a cannocchiale;
- la parte del giorno da analizzare: l'intero giorno, la parte diurna, la parte notturna o una parte arbitraria stabilita dall'utente in base alle sue esigenze (nel

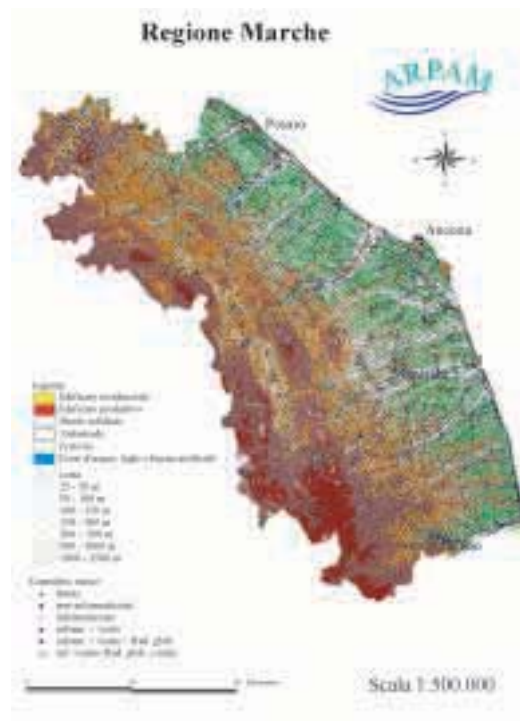


Figura 1

- programma sono state inserite anche le ore del sorgere e del calare del sole);
- il periodo temporale da cui prendere i dati (giorno inizio e giorno fine);
- gli intervalli del parametro di classificazione;
- è possibile infine fissare come condizione una classe di stabilità atmosferica (Pasquill).

Si possono quindi analizzare statisticamente sullo stesso arco orario direzione e velocità del vento, su qualunque periodo scelto e opzionalmente anche per classi di stabilità: ciò permette di avere risultati medi differenziati per periodo diurno e notturno o per gli effettivi periodi di funzionamento delle sorgenti di inquinamento, riuscendo già ad identificare i principali parametri sulla diffusione degli inquinanti atmosferici emessi.

È importante notare che, quando implementato con i dati orari di inquinamento, *lo strumento permette di correlare nello stesso modo di quanto descritto l'andamento dell'inquinamento con il vento e la stabilità*, restituendo quindi le rose dell'inquinamento.

È inoltre possibile confrontare i grafici di più parametri meteo (fino a 6) per esaminare temporalmente un periodo di campagna di misura o per individuare uno "scenario" tipico del clima della zona. Il confronto può essere effettuato su di uno stesso grafico o su grafici separati.

Si possono ancora calcolare i dati relativi alle classi di stabilità, ricavando la frequenza di occorrenza nel periodo; infine si possono ricavare le persistenze del vento. Tali elaborazioni si ritengono utili per gli scenari dello *short term*.

È stato costruito un sistema che riteniamo non sia fine a se stesso: per la sua flessibilità e apertura ad acquisire nuovi dati, continuerà a fornire indicazioni alle autorità ed ai tecnici, oltre che per gli scopi del piano, per supportare scelte pianificatorie importanti, fornendo elementi utili per valutazioni di impatto ambientale di singoli insediamenti o di intere zone industriali, per supportare modelli di calcolo della ricaduta degli inquinanti, per posizionare meglio stazioni di misura.

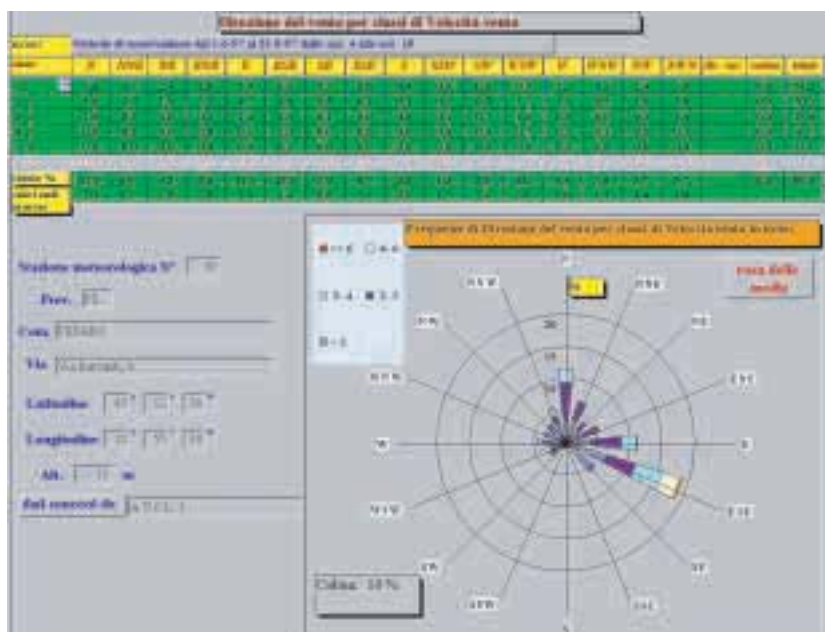


Figura 2



## La qualità dell'aria in ambiente urbano nella regione Emilia-Romagna

V. Poluzzi

ARPA Emilia-Romagna

Le tematiche connesse alla qualità dell'aria in ambiente urbano sono uno dei principali problemi che si trova a gestire chi si occupa delle questioni ambientali nelle città. A tal proposito è importante analizzare quali sono, nella Regione Emilia-Romagna, le problematiche emergenti e quali quelle ancora da risolvere.

Una drastica diminuzione del biossido di zolfo, dovuta all'estesa metanizzazione delle città, e un calo dei superamenti dei livelli e degli stati di attenzione ed allarme per quanto riguarda il monossido di carbonio – dovuto con ogni probabilità al ricambio sempre più esteso del parco veicolare con l'introduzione di veicoli dotati di catalizzatore – sono stati gli elementi che hanno caratterizzato positivamente questo ultimo decennio.

Tale ottimismo rientra immediatamente quando si parla di biossido di azoto, per il quale, sebbene i primi anni dopo l'introduzione delle marmitte catalitiche si fossero verificate alcune diminuzioni, non sembrano esserci cali significativi, tanto che ancora oggi si verificano, anche se sporadicamente, dei superamenti del livello di attenzione.

Lo stesso si può dire per il particolato totale sospeso, il quale, pur non essendo più inserito nelle nuove normative europee, mostra ancora oggi dei valori, in alcune situazioni e alcuni periodi temporali, piuttosto elevati.

Per restare nelle problematiche connesse con gli aerosol atmosferici è altresì importante parlare dei valori di PM<sub>10</sub> che ormai da alcuni anni vengono rilevati. Sistematicamente infatti nel semestre freddo ma spesso anche nel restante periodo dell'anno i risultati del monitoraggio mostrano valori maggiori di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , indice ciò di un problema diffuso sul territorio e, considerando l'origine mista – primaria e secondaria – di questo inquinante, molto complesso da risolvere.

A tal proposito ARPA Emilia Romagna ha da tempo iniziato ad effettuare campagne apposite per comprendere quanto sia la percentuale della frazione di PM<sub>10</sub> rispetto al totale.

I valori ottenuti, misurati mediante sistemi di misura gravimetrici, mostrano dei valori variabili tra il 60 e l'80%, il che significa che buona parte del particolato che si trova nelle aree urbane è composto dalla frazione inferiore ai 10  $\mu\text{m}$  di diametro aerodinamico.

Ulteriori ricerche sono in corso, visto il grande interesse sanitario per le polveri ultrafini, al fine di verificare quanto del particolato totale sia compreso nelle varie frazioni inferiori, in particolare per PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>1</sub>.

La composizione del particolato, se per quanto riguarda il piombo non desta più problemi, vista l'ormai quasi totale abbandono della benzina super tradizionale, è invece preoccupante per la composizione degli idrocarburi policiclici aromatici. Per tale classe di inquinanti, il cui riferimento di legge è il benzo (a) pirene, si evidenziano valori molto più alti di 1  $\text{ng}/\text{m}^3$ , durante i mesi invernali nelle stazioni di tipo b e c. Discorso altrettanto preoccupante è riferito all'ozono, per il quale si trovano valori, durante i periodi estivi per molti giorni privi di perturbazioni atmosferiche significative, anche molto al di sopra dei valori limite richiesti dal D.M. 16/5/96. Importante considerazioni si possono fare poi sul benzene e sugli altri idrocar-

burati aromatici quali toluene e xileni, per i quali la situazione è molto diversificata zona per zona. Così ad es. si hanno posizioni della città di Bologna dove non si scende quasi mai sotto il valore di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per via della geometria e della fluidodinamica delle strade – *canyon* urbani – mentre zone totalmente aperte, ad es. in prossimità della tangenziale, mostrano valori molto più bassi.

Sebbene poi gli omologhi superiori del benzene non siano normati, se non come tenore massimo di idrocarburi aromatici totali nelle benzine che deve essere al massimo del 40 % in volume ai sensi della Legge 413/97, è necessario enfatizzare che i valori che normalmente si rilevano, ad es. la somma di toluene, xileni, etilbenzene e trimetilbenzeni, sono di un ordine di grandezza superiore ai valori di benzene. Tali dati potrebbero diventare di grande interesse, vista la correlazione che anche tali sostanze hanno con alcune tipologie di forme tumorali.

Analizzata quindi la situazione dei principali inquinanti della qualità dell'aria è importante ora considerare le problematiche connesse con la comunicazione e l'informazione ai cittadini, temi questi sempre più richiesti dalla nuova normativa europea.

Attualmente, ARPA Emilia-Romagna mette a disposizione i seguenti prodotti informativi dai quali si possono ricavare le principali informazioni relative alla qualità dell'aria:

– Prodotti informativi:

- A. *inter-net*: sito pubblico;
- B. *intra-net* sito privato (sotto *password*);
- C. *client/server*.

La prima tipologia è orientata ad utenti "generici" che accedono ai dati attraverso un sito *web* in rete *inter-net* e non richiede particolari conoscenze della materia qualità dell'aria da parte dell'utente. I prodotti contenuti in questo sito presentano un basso livello di interazione con i dati, inoltre per problemi di sicurezza legati al mondo *internet* i dati originali vengono replicati in un *DataBase* "temporaneo" che contiene un periodo limitato di dati.

La seconda tipologia è orientata ad utenti "esperti/istituzionali" che accedono ai dati attraverso un sito *web* in rete *Intra-net* (protetto da *password*).

I prodotti contenuti in questo sito presentano un alto livello di interazione con i dati e accedono ai dati grezzi e a dati elaborati dell'intero *DataBase*.

Gli utenti che possono accedere a questo sito devono essere necessariamente collegati in rete ER-NET.

La terza tipologia è orientata ad utenti "esperti/istituzionali" che vogliono sviluppare applicazioni "specialistiche" proprie utilizzando svariati linguaggi di programmazione o applicazioni *software* commerciali che hanno possibilità di connessione ai *DataBase* attraverso tecnologie di connessione *standard*.

All'utente viene fornita una *password*, la documentazione e la consulenza iniziale, per quanto riguarda le strutture del *DataBase* e l'accesso alle medesime, necessaria per poter realizzare il prodotto.

- sportello presso le Sezioni Provinciali di ARPA, al quale è possibile richiedere i dati di determinanti periodi temporali e dei vari punti di rilevazione;
- reportistica periodica agli Enti così come richiesto dalle leggi attuali e dai regolamenti a livello locale;
- supporto agli Enti per la redazione annuale, così come richiesto dal D.M. 21/4/1999.



## Il controllo dell'inquinamento atmosferico: taratura interna delle apparecchiature utilizzate per la misura delle emissioni e delle immissioni

E. Ghigli, S. Buriani, G. Intelisano, F. Pocaterra, P. Rinaldi, G. Zanella, *ARPA Emilia-Romagna- sezione Provinciale di Ferrara*

### Sessione tematica Conoscenza

L'Area Analitica Inquinamento Atmosferico, nell'ambito del Sistema Qualità aziendale, ha provveduto ad accreditare (Sinal) ai sensi della norma UNI CEI EN 4500, le prove relative alla misura dei principali inquinanti presenti nelle emissioni gassose:

Codice	Titolo	Rev.	Data
M/C/AR/001/FE	Determinazione della concentrazione del materiale particellare (polveri) nei flussi gassosi convogliati (emissioni) mediante analisi gravimetrica	1	17/05/99
M/C/AR/010/FE	Determinazione delle sostanze organiche volatili (SOV) nei flussi gassosi convogliati (emissioni) mediante campionamento su fiala di carbone attivo e analisi gas-cromatografica	1	18/06/99
M/C/AR/002/FE	Determinazione della concentrazione dei metalli nei flussi gassosi convogliati mediante ICP/MS + HAAS	1	06/03/01

Il lavoro è stato completato con la stesura di una specifica Istruzione Operativa che ha permesso di risolvere un problema presente in molti laboratori pubblici e privati cioè come effettuare la taratura di tutte le apparecchiature (Pompe di campionamento, *Darcy*, Termocoppie, Microprocessori di calcolo) utilizzate per il controllo delle emissioni e delle immissioni. Allo scopo sono stati costruiti dei prototipi di camini, sono stati acquistati dei sistemi primari di riferimento certificati per misurare le varie grandezze fisiche, sono state applicate delle norme tecniche complesse (Sinal PT – 003, EA – 4/02) attraverso le quali si sono determinate le condizioni di taratura per il corretto utilizzo delle apparecchiature. Anche se il processo ha richiesto un investimento di risorse umane oltre che economiche, i costi verranno ampiamente ammortizzati in futuro quando tali interventi non saranno più commissionati a ditte esterne ma verranno eseguiti all'interno della sezione di ARPA.

Con la presente si fornisce un estratto dell'intera Istruzione Operativa 1110/FE, la cui versione completa rimane disponibile presso l'Area Analitica Inquinamento Atmosferico dell'ARPA di Ferrara.

1. SCOPO dell'Istruzione Operativa
2. CAMPO DI APPLICAZIONE
3. RIFERIMENTI
4. RESPONSABILITÀ
5. APPARECCHIATURE E ATTREZZATURE

## 6. MODALITÀ OPERATIVE

6.1 Controllo Taratura delle pompe (Tempo di campionamento, Stabilità flusso, Volume campionato)

6.1.1 Controllo Tempo di campionamento

6.1.2 Controllo Stabilità del flusso

6.1.3 Controllo Volume campionato

6.2 Controllo Taratura sonde *Darcy* e *Pitot* (K e Temperatura)

6.2.1 Controllo Stabilità fluidodinamica nel Banco prova

6.2.2 Determinazione della K delle sonde

6.2.3 Controllo Temperatura delle termocoppie delle sonde

## 7. ALLEGATI

Allegato N° 1: Elenco Campioni di riferimento

Allegato N° 2: Scheda Controllo taratura pompe (Tempo di campionamento)

Allegato N° 3: Scheda Controllo taratura pompe (Stabilità del Flusso)

Allegato N° 4: Scheda Controllo taratura pompe (Volume campionato)

Allegato N° 5: Scheda Controllo stabilità fluidodinamica nel Banco prova

Allegato N° 6: Scheda Controllo taratura *Darcy* e *Pitot* (Misure di Dp – Determinazione della K)

Allegato N° 7: Scheda Controllo taratura *Darcy* e *Pitot* (Misure di Temperatura)

## Esperienze di monitoraggio della qualità dell'aria in Polesine

**S. Battaglini, L. Boldrin, A. Munari, N. Previato, G. Sanavio, C.E. Zanella,** *ARPAV - Dipartimento Provinciale di Rovigo*  
**F. Deperis, P.L. Nimis,** *Dipartimento di Biologia - Università di Trieste*

*Sessione tematica Conoscenza*

### Introduzione

Lo studio, sviluppato mediante l'utilizzo di licheni come bioindicatori e bioaccumulatori nell'arco di oltre un anno, ha coinvolto personale dell'A.R.P.A.V. – Dipartimento Provinciale di Rovigo – e dell'Università di Trieste.

Il lavoro è stato richiesto dai principali Comuni della zona interessata e dall'Amministrazione Provinciale, in considerazione della presenza nella vicina Provincia di Mantova di due centrali termoelettriche, Sermide e Ostiglia, alimentate entrambe a metano e olio combustibile.

L'indagine è stata suddivisa in tre momenti: una prima fase di bioindicazione, una seconda fase di bioaccumulo ed una terza fase dove sono entrati in funzione raccoglitori secco-umido (*wet & dry*).

Una campagna di bioindicazione era già stata svolta dall'Università di Trieste nel 1990 e 1995, mentre per quanto riguarda il bioaccumulo, erano a disposizione solo i dati del 1995, in quanto nel 1990 non era stato eseguito, mentre per la prima volta veniva eseguita un'indagine analitica con campionatori secco-umido (*wet & dry*) delle polveri aerodisperse e delle piogge.

L'area interessata, che copre il 40% della Provincia di Rovigo, è confinante a nord con le Province di Verona e di Padova, a sud con quella di Ferrara, ad ovest con quella di Mantova, e caratterizzata dalla presenza di piccoli e medi centri urbani collegati tra loro da strade provinciali e statali.

Il territorio ospita numerose piccole e medie industrie ed una diffusa agricoltura intensiva. Ai confini con il Polesine sono situate nella Provincia di Mantova due centrali termoelettriche: una sulla sponda opposta del Po rispetto a Castelmassa, nel Comune di Sermide, l'altra a pochi chilometri da Melara, nel Comune di Ostiglia.

Nell'area di studio sono state individuate 15 stazioni, nove delle quali coincidono con quelle utilizzate nel campionamento del 1989-1990 e nel campionamento del 1995. Una stazione si colloca nella provincia di Verona (VR-01 Castagnaro).

### Metodi di indagine e risultati

#### *Bioindicazione*

I rilievi sono stati effettuati nel mese di luglio del 1999 sugli stessi alberi di *tilia spp* delle precedenti campagne di studio.

Il metodo utilizzato si basa su una misura della biodiversità lichenica, definita come la somma delle frequenze delle specie presenti entro un reticolo a 10 maglie di area costante sul tronco dell'albero.

Queste misure dipendono dalle 2 principali reazioni delle comunità licheniche all'inquinamento da gas fitotossici ( $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_x$ ): diminuzione nel numero di specie, e diminuzione della copertura-frequenza di ogni singola specie. Per ogni stazione sono stati effettuati 3 rilievi su 3 alberi diversi. La biodiversità lichenica di una stazione (bls) è la media aritmetica della somma delle frequenze delle singole specie per ogni albero rilevato in quella stazione.

Il miglioramento progressivo è netto e generalizzato, anche se con aumenti di modesta entità fra il 1989-1990 ed il 1995, mentre subisce una forte accelerazione fra il 1995 e 1999. Essendo la Bls fortemente correlata con la concentrazione di  $\text{SO}_2$  nell'atmosfera, si può ipotizzare una netta diminuzione di questo tipo di emissioni lungo tutto il decennio.

#### *Bioaccumulo*

Sono state individuate nove stazioni, due delle quali corrispondono a quelle utilizzate nel campionamento del 1995; come bioaccumulatore è stata impiegata *Xanthoria parietina*, un lichene con discreta distribuzione nell'area di studio.

Nella quasi assoluta assenza di dati strumentali sulle deposizioni di metalli nella zona, come peraltro in tutta Italia, è impossibile esprimere una relazione quantitativa tra le concentrazioni di un metallo nei licheni e i corrispondenti valori di un metallo in aria o al suolo. Tuttavia è stato possibile stimare la magnitudo dell'alterazione ambientale adottando la scala di naturalità-alterazione proposta da Nimis & Bargagli (1999).

Per ciascun metallo è stata elaborata una carta suddivisa in sette fasce, ottenute dividendo in parti uguali l'intervallo tra il minimo e il massimo locale, la quale rappresenta le concentrazioni del metallo stesso nei talli lichenici.

Gli indici sintetici sono stati calcolati come proposti da Nimis, metalli 1999 (Nimis et al. 1999).

Le elaborazioni sono state eseguite in modo tale da ridurre il margine di soggettività nell'interpretazione dei dati. La distribuzione delle concentrazioni dei metalli sul territorio è stata riportata sotto forma di carte ottenute con programmi di cartografia computerizzata; data la relativamente bassa densità di stazioni, queste carte vanno comunque considerate solo come un mezzo per visualizzare i risultati più rilevanti.

Le analisi non evidenziano mediamente, nell'area di studio, variazioni rilevanti dei livelli di Naturalità/Alterazione espressi dalle concentrazioni dei metalli nei talli lichenici. In particolare, si assiste, come nelle campagne precedenti, ad una tendenza verso concentrazioni più elevate nella parte occidentale del territorio oggetto dell'indagine. I casi di maggior interesse riguardano il Fe, il Cr, il Mn ed il V per i quali vanno effettuati ulteriori approfondimenti.

#### *Raccoglitori secco-umido (Wet & dry )*

Per valutare il fenomeno di trasporto di inquinanti a lunga distanza attraverso l'atmosfera ed i rischi ambientali dovuti all'acidità delle precipitazioni è stato effettuato lo studio delle deposizioni secche (polveri) e delle deposizioni umide (pioggia, neve). I raccoglitori sono stati posizionati su terrazze di edifici pubblici onde limitare l'apporto di polveri sollevate dal terreno.

Gli inquinanti tipici dovuti alla combustione generano infatti ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) e ossidi di zolfo ( $\text{SO}_x$ ) che ritornano a terra grazie all'azione di lavaggio prodotta dalla pioggia.

Nell'aria inoltre sono disperse le polveri naturali dovute all'azione di erosione

del vento e le polveri dovute all'attività antropica, quali le emissioni industriali e le emissioni dovute alla combustione. Dette polveri possono essere ricche di metalli e la tecnica dei raccoglitori secco-umido permette di raccogliere e quindi poi di analizzare questo tipo di inquinante.

Sono stati ricercati i cationi [Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ), Sodio ( $\text{Na}^{+}$ ), Potassio ( $\text{K}^{+}$ ), ed Ammonio ( $\text{NH}_4^{+}$ )], gli anioni [Solfati ( $\text{SO}_4^{--}$ ), Nitrati ( $\text{NO}_3^{-}$ ), Cloruri ( $\text{Cl}^{-}$ ), Fosfati ( $\text{PO}_4^{--}$ )], i metalli tossici, quali Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Nichel (Ni), Piombo (Pb), Vanadio (V), ed Arsenico (As) ed i metalli di origine terrigena, quali Ferro (Fe), Manganese (Mn), Rame (Cu), Zinco (Zn) espressi in  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{mese}$ .

Il punto di campionamento di Melara, prossimo alle centrali elettriche mantovane, ha evidenziato nelle ricadute secche la presenza di Nichel e Vanadio confermando che questo tipo di deposizione è maggiore in prossimità delle sorgenti di emissione.

Una valutazione delle ricadute umide totali risulta essere assai più complessa in funzione della varietà dei fenomeni in gioco che provocano la deposizione.

### PM<sub>10</sub>

Nella zona considerata sono state avviate da poco, e per la durata di circa un anno, rilevazioni del particolato atmosferico mediante campionatori PM<sub>10</sub>. I dati saranno disponibili alla fine del 2002.

### Conclusioni

La quantificazione dei livelli di inquinamento si basa di solito sul numero di sostanze inquinanti che in una data area superano i livelli di soglia stabiliti per legge. Ma ci sono anche altri fattori che giocano un ruolo fondamentale nel fenomeno, come i tempi di persistenza in atmosfera, fenomeni d'accumulo e di rimozione, la geomorfologia del territorio, le componenti meteorologiche. Per questo è quanto mai opportuno utilizzare specifici organismi viventi come bioindicatori.

Ai dati raccolti utilizzando la tecnica della biodiversità lichenica e delle misure dei metalli pesanti nei talli lichenici, sono state aggiunte indagini mirate all'analisi quantitativa e qualitativa delle deposizioni secche ed umide nella zona di studio. I risultati suggeriscono un miglioramento della qualità dell'aria nell'ultimo decennio, ed in particolare negli ultimi 5 anni. In tutta l'area di studio è evidente un processo di ricolonizzazione in atto da parte dei licheni, conseguente alla diminuzione delle emissioni di anidride solforosa.

Le analisi dei metalli non rivelano alcun caso di alterazione ambientale particolarmente grave.

Sia nel 1995, sia nel 1999 è evidente una tendenza verso concentrazioni più elevate nella parte più occidentale dell'area di studio.

L'indagine inerente le deposizioni secche ed umide conferma i risultati ottenuti con le metodologie del bioaccumulo.

Correlando i dati finora ottenuti con altri derivanti da:

- caratterizzazione del particolato in atmosfera (PM<sub>10</sub>), per stimare l'entità della frazione inalabile;

- analisi del suolo, per distinguere la frazione del particolato aerodisperso di origine terrigena;
- analisi della vegetazione orticola nei punti di maggiore ricaduta, per comprendere quanto e come i metalli individuati possano entrare nel ciclo alimentare;

sarà possibile avere un quadro significativo delle problematiche ambientali e sanitarie relative alla presenza dei metalli evidenziati.

## Trattamento chemiometrico dei dati relativi alla qualità dell'aria della città di Palermo

**Michele Fiore, Vincenzo Infantino**

*Dipartimento Provinciale di Palermo - ARPA Sicilia*

### Summary

Sulla base delle disposizioni previste dal D.M. 25.11.1994 - allegato VI, è stato sviluppato un metodo per la determinazione di alcune sostanze organiche volatili nell'aria (figura 1) con la tecnica di campionamento tramite canister ed analisi in GC-MS con criofocalizzazione del campione gassoso. Nell'applicazione di tale metodo, particolare attenzione è stata rivolta all'affidabilità delle misure sia per evitare inutili allarmismi sia soprattutto per evitare l'adozione di provvedimenti inopportuni presi sulla base di risultati errati.

Per tale motivo, il metodo gascromatografico citato è stato validato mediante la valutazione dei seguenti parametri di qualità:

- campo di validità;
- linearità;
- specificità;
- limite di rivelabilità;
- accuratezza;
- ripetibilità.

Dall'analisi di tali parametri si evince che il procedimento analitico, nelle condizioni di utilizzo, fornisce risultati accurati e ripetibili<sup>1</sup>.

Mediante tale metodo è stato effettuato il monitoraggio dei VOC per un intero anno (in varie fasce orarie) in prossimità di tre centraline di rilevamento del comune di Palermo (Boccadifalco, Piazza Indipendenza, e Piazza Castelnuovo), classificate rispettivamente in tipo A, B e C secondo il DM 20.05.1991.

I risultati relativi ai VOC unitamente ai parametri rilevati dalle centraline fisse (figura 2) sono stati elaborati mediante tecniche statistiche di analisi multivariata al fine di evidenziare eventuali correlazioni tra le variabili misurate in relazione ai siti di campionamento.

Tale valutazione statistica è risultata particolarmente utile per una valutazione particolareggiata della distribuzione degli inquinanti, per l'interpretazione dei risultati e per la previsione di dati non ancora misurati.

<sup>1</sup> Boll. Chim. Igien. 52 (2001) 17.

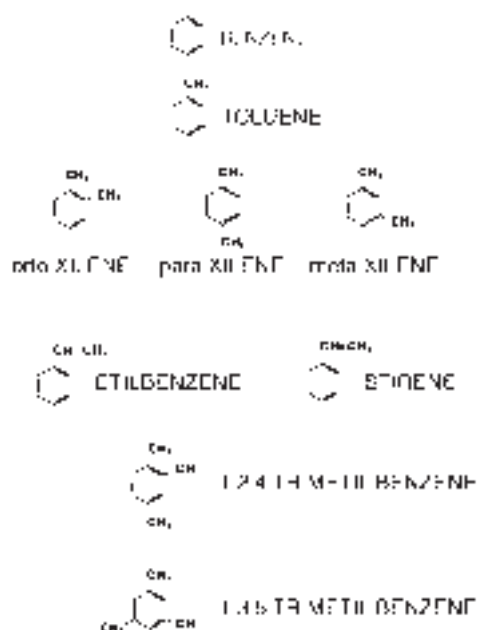


Figura 1 – Sostanze organiche volatili monitorate dal Dipartimento ARPA di Palermo

NO  
CO  
NO<sub>2</sub>  
O<sub>3</sub>  
NMH  
C  
LEQ

Figura 2 – Parametri analizzati dalle centraline fisse del comune di Palermo



## Valutazioni sulla qualità dell'aria mediante la biodiversità lichenica per l'intero territorio ligure

D. Alleteo, E. Carlini, C. Grillo, G. Rossi, L. Occhetto,  
M. Beggiato, C. Benco, G. Brunialti, E. Filippi, P. Giordani

ARPAL Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure

L'utilizzo di organismi viventi per lo studio di variazioni ecologiche dovute alla presenza di sostanze inquinanti nella biosfera prende il nome di biomonitoraggio.

Le tecniche di biomonitoraggio non misurano né inquinamento né qualità dell'aria: attraverso l'uso di organismi sensibili si stima l'alterazione rispetto alla normalità di componenti degli ecosistemi reattivi all'inquinamento.

Tra gli organismi sensibili vi sono i licheni, simbiosi tra alghe e funghi, che si prestano ad essere ottimi bioindicatori per la loro struttura.

Essi hanno infatti un metabolismo basato su scambi gassosi e di nutrienti direttamente con l'atmosfera, data la mancanza di una cuticola superficiale e di un apparato radicale ed hanno una buona resistenza agli stress ambientali, poiché crescono molto lentamente. A differenza delle piante superiori non sono in grado di eliminare le parti intossicate del tallo e nascono, vivono e muoiono sempre nello stesso luogo (sono fissi al substrato e testimoniano le condizioni dell'area in cui si trovano); sono longevi e quindi forniscono informazioni relative a lungo termine e resistono a lunghi periodi di siccità, di freddo e di caldo. Attraverso l'osservazione delle specie presenti e del ritmo di crescita è possibile determinare una misura della biodiversità lichenica su substrati arborei (Biodiversità Lichenica, BL), definita come la somma delle frequenze delle specie presenti entro un reticolo a dieci maglie di area costante: la BL misurata è funzione della concentrazione delle principali sostanze inquinanti presenti in atmosfera. Dalla determinazione della BL è possibile ottenere l'elaborazione di una carta dell'inquinamento atmosferico anche in aree fortemente urbanizzate o industrializzate in corrispondenza di un reticolo topografico prestabilito: si associa un grado di buona naturalità ad aree con un'alta biodiversità lichenica e un grado di bassa naturalità ad aree con una bassa biodiversità lichenica.

Valori di naturalità alti indicano un'elevata qualità dell'aria, mentre valori bassi segnalano situazioni di degrado. La situazione peggiore si rileva in assenza di specie licheniche, anche di quelle più tolleranti, come accade ad esempio nei centri urbani in cui si assiste al cosiddetto deserto lichenico.

Nel 2000 è stato effettuato un biomonitoraggio della Regione Liguria.

Si è utilizzato un reticolo 9x9 km, corrispondente al grigliato dell'Inventario Forestale Nazionale; con questa maglia è stato possibile coprire tutto il territorio ligure nell'arco di un anno e i dati ottenuti dalle stazioni di campionamento costituiscono un *background* conoscitivo della situazione di inquinamento, utilizzabile come base per successivi studi più approfonditi.

Le 69 stazioni di campionamento, individuate alle intersezioni del reticolo, hanno coperto l'intero territorio ligure. Per ogni stazione sono stati individuati gli alberi idonei, per specie e caratteristiche.

Si precisa che ogni stazione è costituita da almeno 5 alberi – substrato. Per ogni albero è stato determinato l'indice BL: la media dei valori BL di ogni albero costituisce l'indicatore della stazione.

In ciascuna delle quattro provincie liguri è stato attivato un gruppo di operatori che si sono occupati di rilevare i dati di BL nelle stazioni di competenza.

L'alta variabilità del dato biologico è la causa principale delle difficoltà nel formulare previsioni affidabili. Per quanto riguarda le misure biologiche, la qualità del dato può variare in dipendenza di diversi fattori:

- variabilità del fenomeno misurato, dovuta principalmente alle interazioni dell'organismo con i vari fattori ambientali (esposizione, altitudine, distanza dal mare, substrato, ecc.);
- tipo di campionamento utilizzato (diversa densità di campionamento, campionamento in base a griglie prestabilite o in base alle scelte dell'operatore, ecc.);
- errori di misura degli operatori che rilevano i dati.

L'elaborazione cartografica dei dati delle stazioni è stata condotta mediante il pacchetto di programmi *SURFER 6.04* (*Golden Software Inc., Golden, Colorado, USA*) in modo da ridurre il margine di soggettività nell'interpretazione dei dati. Le carte sono basate su una griglia le cui maglie hanno dimensioni calcolate sulle coordinate estreme dei dati. Il metodo di interpolazione utilizzato (*kriging*) crea una maglia regolare attribuendo a ciascun nodo un valore che dipende da quelli delle *n* stazioni più vicine.

Dai valori di BL si è risaliti alla classe naturalità/alterazione, secondo lo schema riportato nella tabella seguente.

Indice BL	CLASSE
BL > 75	1) NATURALITÀ
75 > BL > 60	2A) NATURALITÀ MEDIA
60 > BL > 50	2B) NATURALITÀ BASSA
50 > BL > 40	3A) ALTERAZIONE BASSA
40 > BL > 25	3B) ALTERAZIONE MEDIA
25 > BL > 10	4A) ALTERAZIONE ALTA
10 > BL > 1	4B) ALTERAZIONE MOLTO ALTA
1 > BL > 0	5) DESERTO LICHENICO

La carta di naturalità/alterazione così ottenuta, e riportata nella figura seguente, evidenzia un'alta variabilità della Biodiversità Lichenica nel territorio regionale.

I valori più alti di Biodiversità Lichenica, rapportabili a condizioni di naturalità, sono stati ottenuti nelle stazioni appenniniche del Levante (Val d'Aveto, Val Trebbia, Alta Val di Vara) e in alcune vallate dell'Imperiese (Valle Argentina).

Altre zone, come la valle dell'Orba, la Val Fontanabuona, e l'alta Val Bormida (Melogno), sono comunque risultate a naturalità media.

Le classi di semialterazione (alterazione bassa e alterazione media) interessano una vasta porzione del territorio ligure, comprendendo le aree periferiche dello Spezzino, l'immediato entroterra genovese, buona parte della provincia di Savona e la fascia costiera imperiese.

Le classi di alterazione (alterazione alta e alterazione molto alta) sono localizzate in corrispondenza dei grossi centri urbani e delle principali aree industriali. La classe 5 (deserto lichenico) è stata individuata solo nell'area metropolitana genovese.

Questa esperienza ha permesso di ottenere una prima mappa regionale degli effetti dell'inquinamento atmosferico sui licheni. La carta di naturalità/alterazione ottenuta rispecchia i trend di diffusione degli inquinanti ottenuti in base allo studio delle emissioni puntuali, lineari e diffuse nella regione. Inoltre, ha permesso di migliorare le conoscenze delle aree rurali non direttamente esposte agli inquinanti e per questo non indagate con le metodiche tradizionali. Per il futuro sono in progetto approfondimenti mediante l'infittimento del reticolo base (3x3 km) nelle aree maggiormente critiche.



## Metodologia semplificata di presentazione dei dati sulla qualità dell'aria urbana

F. Daris, G. Danek, I. Pellegrini, S. Vatta

A.R.P.A. F.V.G.

### Introduzione

L'inquinamento atmosferico nelle aree urbane, riconducibile prevalentemente a traffico, riscaldamento ed attività produttive, costituito da una miscela di numerose sostanze, di cui alcuni sono noti o sospetti cancerogeni, sta assumendo un ruolo sempre più rilevante quale significativo fattore di rischio per la salute umana.

Ciò si manifesta con incrementi di mortalità e morbosità, a breve, medio e lungo termine, in particolare delle patologie respiratorie e di pregresse affezioni cardiovascolari.

Sofisticati sistemi di assorbimento da parte dell'organismo umano, in particolare delle frazioni più fini delle polveri atmosferiche, determinano inoltre alterazioni a livello di coagulazione sanguigna, ritmo e frequenza cardiaca oltre ad incrementare il rischio di insorgenza di neoplasie.

Il monitoraggio degli inquinanti aerodispersi ed il confronto dei dati acquisiti con i valori limite previsti dalla vigente normativa, procedure abitualmente praticate nelle strutture a ciò preposte, consente anche la possibilità di estrarre dalle misurazioni ed utilizzare indicatori di interesse epidemiologico quali medie giornaliere, medie mobili massime, massimi orari.

### Obiettivi

La complessità delle attività di monitoraggio e l'utilizzo di modalità di diffusione dei dati ambientali, che non sempre possono risultare di immediata comprensione per i non addetti ai lavori, rende necessaria una semplificazione di tali procedure.

Con il presente lavoro si intende dimostrare, in analogia a quanto già attuato dalla statunitense *Environmental Protection Agency*, l'efficacia dell'adozione di un unico indice di inquinamento (**A.Q.I. = Air Quality Index**) che permetta anche al cittadino di comprendere il livello di qualità dell'aria respirata.

### Materiali e metodi

L'Indice della Qualità dell'Aria (A.Q.I.) presenta il vantaggio, immediatamente visualizzabile, di convertire le rilevazioni analitiche, espresse come concentrazioni e riferite a varie unità di misura, in un semplice numero compreso tra 0 e > 300.

Attualmente A.Q.I. prende in considerazione cinque inquinanti caratterizzanti lo stato di qualità dell'aria urbana e precisamente CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e PTS.

La formula per calcolare questo indice è:

$$I = C/S \times 100$$

dove:

**I = indice dell'inquinante;**

**C= concentrazione media oraria per NO<sub>2</sub>, CO ed Ozono;**

**C = media mobile trascinata di 24 ore per SO<sub>2</sub> e PTS;**

**S = concentrazione prevista dallo stato di attenzione.**

L'indice 100 può essere considerato una sorta di valore discriminante tra aria salubre ed insalubre: infatti quando **I = 100** la concentrazione misurata è pari allo stato di attenzione od al limite di concentrazione.

Calcolati i differenti indici **I** per ciascuno degli inquinanti, si sceglie tra questi quello con valore massimo (**I = I max**). In questo modo si riesce a definire una caratterizzazione qualitativa che, a prescindere dal parametro esaminato, consente la formulazione dei seguenti livelli qualitativi:

#### A.Q.I. : livello della qualità dell'aria

0 - 50	buono
51 - 100	discreto
101 - 200	insalubre
201 - 300	pericoloso
> 300	stato di emergenza

#### Risultati

Applicando l'Indice della Qualità dell'aria ai riscontri analitici relativi alle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria atmosferica della città di Trieste, si osserva che parametri quali CO, NO<sub>2</sub>, ed SO<sub>2</sub> presentano, nella quasi totalità delle situazioni, indici ampiamente inferiori al valore discriminante di 100.

Una applicazione sperimentale dell'Indice A.Q.I. anche alla frazione PM<sub>10</sub> delle polveri, dimostra, al contrario, che per questo parametro l'indice viene superato in misura significativa ed in numerose occasioni.

#### Conclusioni

L'adozione dell'indice A.Q.I. permette una presentazione dei dati di qualità dell'aria urbana semplice, completa e rappresentativa.

Proprio per queste caratteristiche si è potuto evidenziare che anche nella città di Trieste, la frazione PM<sub>10</sub> costituisce uno degli inquinanti più critici e peculiari dell'aria urbana.

L'applicazione dell'indice A.Q.I. anche alla frazione PM<sub>10</sub>, oltre a contribuire ad una migliore informazione, consentirà, in maniera motivata, la messa a punto di adeguate strategie per contribuire al contenimento dell'inquinamento atmosferico delle aree urbane.

## Validazione sperimentale dell'applicazione modellistica copert-caline per la concentrazione di benzene presso strade ad elevato flusso di traffico in alcuni comuni della provincia di Venezia

Maria Rosa, Renzo Biancotto, Chiara Doro, Silvia Pistollato

ARPAV - Dipartimento Provinciale di Venezia

Giuseppe Maffeis

ARPAV - Osservatorio Regionale Aria

*Sessione tematica Conoscenza*

È stata sperimentata una metodologia finalizzata alla stima delle emissioni e della dispersione in atmosfera di sostanze inquinanti prodotte dal traffico veicolare, articolata nei seguenti punti:

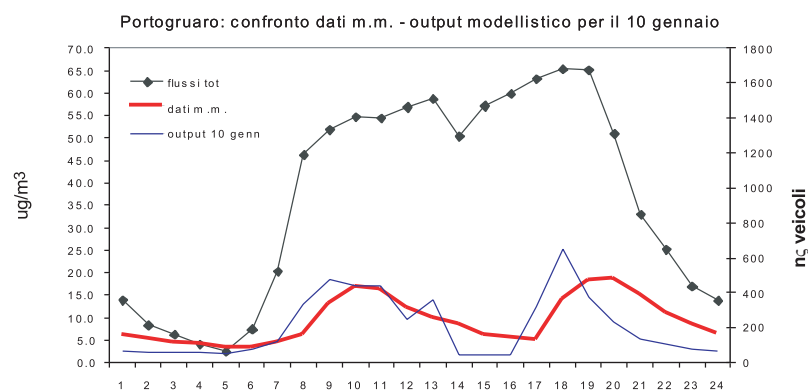
- stima delle emissioni atmosferiche derivanti dal traffico veicolare secondo la metodologia COPERT 3 (*Computer Programme to Calculate Emissions From Road Transport – European Environment Agency European Topic Center on Air Emission, 1999*); il sistema COPERT consente di stimare le emissioni di tutti i principali inquinanti associati al traffico veicolare, tra i quali il **benzene**, oggetto del presente lavoro;
- simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera e stima delle ricadute al suolo mediante tecniche modellistiche; è stato applicato il modello CALINE 4 (*California Line Source Dispersion Model, State of California, Department of Transportation - Division of New Technology and Research*) indicato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti (EPA) e dall'Istituto Superiore di Sanità (ISTISAN 93/36, Bassanino et al.) come adatto alla valutazione della dispersione degli inquinanti emessi dal traffico veicolare lungo importanti assi di comunicazione viaria; tra gli input del modello sono compresi i dati relativi alle emissioni, ottenuti nel corso della prima fase;
- validazione dell'output modellistico mediante misura delle concentrazioni degli inquinanti al suolo; le misure di concentrazione sono state effettuate da un laboratorio mobile e da campionatori passivi (Radiello).

Le informazioni necessarie per l'utilizzo del modello CALINE riguardano:

- il **volume dei flussi di traffico** in transito, classificato distinguendo tra autobus, moto, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti e auto (l'informazione sulla velocità media oraria per tipologia di veicolo è prevista in input all'applicazione del COPERT); i dati dei flussi e delle velocità sono stati raccolti, nel corso delle campagne, manualmente, avvalendosi di operatori posti in prossimità dell'arteria stradale osservata, oppure con misuratori in continuo, quali piastre magnetiche posizionate sull'asfalto;
- le **caratteristiche geometriche** dei tratti stradali (coordinate degli estremi, larghezza, quota al di sopra del suolo) e del dominio di interesse (posizione e quota dei ricettori in corrispondenza dei quali si calcolano le concentrazioni, caratteristiche dell'edificio contiguo alla strada e dell'orografia del sito);
- le **emissioni lineari** per ciascun inquinante (ricavate dall'applicazione COPERT);

- i **parametri meteorologici** che influenzano la dispersione degli inquinanti: velocità, direzione del vento, sbandieramento, altezza dello strato di rimescolamento e classe di stabilità atmosferica, secondo Pasquill-Gifford; le prove eseguite dimostrano comunque che, ad una scala locale, l'altezza dello strato di rimescolamento gioca un ruolo trascurabile e che il valore della classe di stabilità non è sempre rilevante nel determinare le concentrazioni al suolo calcolate con CALINE.

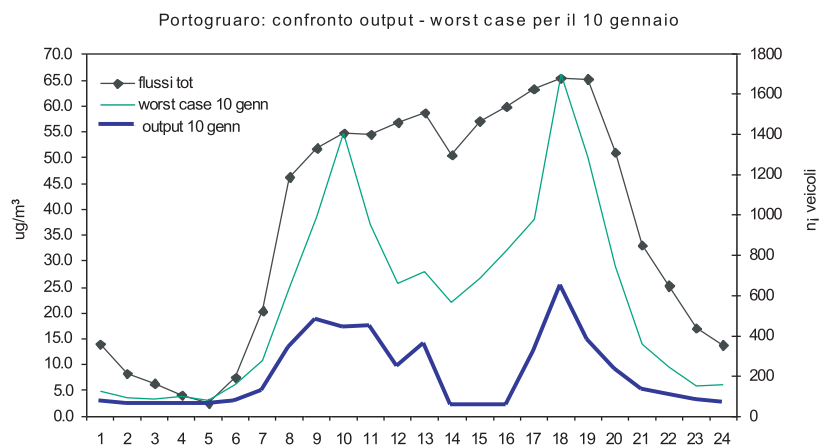
I risultati della simulazione modellistica sono stati confrontati con i dati rilevati dal laboratorio mobile e dai campionatori passivi. Per una giornata scelta all'interno del periodo di monitoraggio è stato elaborato anche lo scenario di *"worst case"* (caso peggiore) che corrisponde cioè alla condizione peggiore di direzione del vento, selezionata dal modello, che favorisce l'accumulo degli inquinanti presso il ricettore. Le figure seguenti illustrano i risultati ottenuti presso il sito di Portogruaro (Ve): sono indicati i flussi di traffico, i dati di benzene rilevati dal laboratorio mobile (m.m.) ed i risultati delle simulazioni modellistiche (output). Le previsioni effettuate (Figura 1) sono risultate in grado di simulare discretamente il dato reale con un coefficiente di correlazione pari a 0.65.



**Figura 1**

L'analisi del *"worst case"* (Figura 2) prevede concentrazioni molto elevate nelle condizioni peggiori e decisamente lontane dai valori misurati.





**Figura 2**

Le elaborazioni statistiche effettuate per i quattro siti considerati evidenziano una risposta abbastanza buona da parte del modello nella previsione della concentrazione di benzene (Tabella 1). Le analisi dei valori minimo, medio e massimo (Tabella 2), effettuate per gli output relativi ad una giornata di indagine, per il “*worst case*” della medesima giornata, e per le serie temporali di concentrazione di benzene, acquisite con il laboratorio mobile, consentono di:

- delineare il margine esistente tra situazione effettiva (prevista) e situazione peggiore (*worst case*);
- valutare globalmente la rispondenza dell’*output* modellistico con i dati sperimentali.

**Tabella 1 - Simulazioni giornaliere per il REC1 (m.m.)**  
**Statistiche di confronto dati orari m.m.-output modellistico**

Sito	Data	Correlazione (PCC)	errore quadratico medio (ug/m³)	errore quadratico normalizzato (ug/m³)	BIAS (ug/m³)
Scorzè	28/06/00	0.12	1.2	0.1	0.8
Martellago	27/07/00	0.51	3.1	0.74	2.1
Marcon	18/10/00	0.55	4.2	0.8	-3.0
Portogruaro	10/01/00	0.65	5.5	0.4	-1.3

**Tabella 2 - Simulazioni giornaliere per il REC1 (m.m.)**  
**Statistiche di confronto output modellistico - worst case - dati meowwo mobile**

sito	data	output per giornata (ug/m <sup>3</sup> )			output per worstcase (ug/m <sup>3</sup> )			dati mezzo mobile (ug/m <sup>3</sup> )		
		Min	Media	Max	Min	Media	Max	Min	Media	Max
Scorzè	28/06/00	2.2	3.4	4.8	3.5	6.3	14.5	2.1	2.6	3.4
Martellago	27/07/00	2.2	4.5	10.1	5.3	12.1	32.8	1.0	2.6	4.2
Marcon	18/10/00	1.9	3.4	7.8	2.2	9.0	37.0	2.0	6.4	13.8
Portogruaro	10/01/01	1.9	8.0	25.2	3.2	22.7	66.1	3.1	9.2	18.6

Il confronto tra *output* modellistico e analisi in campo ha consentito di stimare l'efficacia della metodologia approntata, mettendo a disposizione un valido strumento di valutazione dell'inquinamento atmosferico prodotto dal traffico veicolare, in scenari urbani semplificati. Tale strumento può rappresentare, per le Amministrazioni Pubbliche, un utile ausilio alle decisioni.

Disponendo di una base dati meteorologica e di traffico rappresentativa della zona scelta per lo studio, è possibile prevedere quali siano i siti più o meno esposti alle ricadute dell'inquinante e, predisponendo il modello per lavorare nell'opzione "*worst case*", stimare le concentrazioni massime attendibili in quelle determinate condizioni. Ciò consente di selezionare le posizioni presso le quali è opportuno pianificare il controllo della qualità dell'aria avvalendosi anche di tecniche sperimentali.

Il presente lavoro è stato realizzato con il contributo dell'Amministrazione provinciale di Venezia.

Si desidera ringraziare: l'Ufficio Reti di monitoraggio ed il Laboratorio Chimico Aria del Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia per la collaborazione prestata nell'acquisizione dei dati sperimentali meteorologici e relativi agli inquinanti; le Amministrazioni Comunali di Marcon (Ve), Martellago (Ve), Portogruaro (Ve), e Scorzè (Ve) per la collaborazione prestata durante l'esecuzione delle campagne di misura con il laboratorio mobile; l'Ente Zona Industriale di Porto Marghera per la messa a disposizione dei propri dati meteorologici.

## Progetto *Air Espace Mont Blanc* – cooperazione transfrontaliera per il monitoraggio della qualità dell'aria in ambiente alpino

Manuela Zublena, Giovanni Agnesod,

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Valle d'Aosta

### Sessione poster

L'ARPA Valle d'Aosta ha partecipato al progetto di cooperazione internazionale "*Air Espace Mont Blanc*". L'obiettivo di questo progetto, finanziato nell'ambito del programma europeo INTERREG II, è quello di pervenire ad una caratterizzazione dell'impatto delle sorgenti di inquinamento atmosferico su un territorio di eccezionale valore di naturalità, nella consapevolezza che naturalità implica vulnerabilità.

I soggetti partecipanti alla campagna sono stati l'ARPA Valle d'Aosta (I), il *Service de Protection de l'Environnement du Canton du Valais* (CH) e l'*Air des deux Savoies* (F).

Il territorio oggetto della campagna è la parte dei tre paesi che si ricongiunge al Monte Bianco: l'alta Valle d'Aosta, la *Haute Savoie* e la porzione sud-occidentale del *Canton du Valais*.

Il progetto di attività si è strutturato su alcuni punti chiave:

- censimento delle sorgenti di emissioni inquinanti in atmosfera, organizzato su base georeferenziata (*arcview*) con magliatura del territorio di 100 m di lato, comprendente le sorgenti legate al traffico, al riscaldamento e alle attività artigianali locali;
- studio della distribuzione tridimensionale degli inquinanti tradizionali, condotto con l'utilizzo di un aliante a motore e con riferimento ad alcuni punti di misura al suolo;
- messa a punto di strumenti modellistici per la valutazione della distribuzione di inquinanti sull'area di interesse, caratterizzata da un'orografia imponente, a partire dai dati del censimento sorgenti e da scenari meteorologici tipo;
- indagine sulla presenza di microinquinanti (metalli pesanti e IPA) nelle frazioni PM10 e PM2.5 del particolato atmosferico, e della distribuzione del loro accumulo in matrici vegetali (metalli pesanti su licheni *pseudevernia furfuracea*);
- attivazione di una rete di monitoraggio della radiazione ultravioletta solare, attraverso il posizionamento di rivelatori a banda larga a diverse altitudini a caratterizzare la regione del Monte Bianco.

Installazione di una postazione spettroradiometrica solare UV in quota per il rilievo di variazioni a medio e lungo termine della composizione dell'irradiazione solare.

Il progetto ha richiesto una armonizzazione dei metodi di misura e di monitoraggio per i tre soggetti tecnici protagonisti e la definizione di *standard* di *reporting* comuni.

Il censimento delle emissioni e gli strumenti modellistici di dispersione degli inquinanti rappresentano mezzi attraverso cui simulare scenari differenti collega-

ti a diverse ipotesi di utilizzo di combustibile, localizzazione attività produttive e, soprattutto viabilità locale e transfrontaliera.

L'intero progetto si caratterizza per la forte finalizzazione degli strumenti tecnico-scientifici a fornire elementi utili agli amministratori, e quindi alla collettività, nelle scelte di gestione del territorio.

## Cos'è e cosa fa l'OSMER

(settore Osservatorio Meteorologico Regionale dell'ARPA FVG)

### Servizi meteo per il pubblico e assistenza alla Protezione Civile

L'Osservatorio Meteorologico Regionale è il settore tecnico centrale dell'ARPA del Friuli Venezia Giulia che svolge attività di osservazione, comprensione e previsione dei fenomeni meteorologici che interessano la regione e di diffusione dei prodotti e dei servizi che ne derivano, nonché le relative attività informatiche. L'OSMER può svolgere studi, sperimentazioni e ricerche finalizzati allo sviluppo e all'applicazione della meteorologia, della climatologia e dell'idrologia regionali e altre iniziative operative, sperimentali e di ricerca di interesse per la meteorologia regionale.

**OSSERVAZIONE** – L'OSMER ha per legge come compito primario il monitoraggio meteorologico del territorio della regione Friuli Venezia Giulia. Si tratta, in sostanza, di osservare e descrivere la situazione meteorologica e i relativi fenomeni presenti sul territorio. Per fare ciò si avvale delle seguenti modalità:

- *stazioni meteorologiche sinottiche*, dislocate su tutto il territorio regionale;
- *radar meteorologico* di Fossalon di Grado;
- rete di *pannelli rilevatori della grandine* e di pluviometri complementari.

**COMPRENSIONE** – Nel caso della meteorologia, per fornire misure sempre precise bisogna applicare efficaci tecniche di controllo di qualità, e per affinare queste tecniche occorre conoscere e comprendere a fondo ciò che si misura, cioè le caratteristiche meteoroclimatiche del territorio, le relazioni fra le varie grandezze e i valori che esse assumono nelle varie località. Analogamente, per elaborare previsioni sempre migliori bisogna perfezionare i metodi di previsione e per fare ciò occorre conoscere e comprendere sempre meglio le evoluzioni meteorologiche tipiche della nostra regione e i legami di causa ed effetto che le legano alla circolazione meteorologica a grande scala, nonché i punti di forza e di debolezza dei modelli di simulazione, per poterli interpretare criticamente. Attualmente l'OSMER è impegnato in questo ambito su vari fronti:

- il *Progetto Precipitazioni* – Le precipitazioni sono uno dei fenomeni meteorologici di maggiore importanza per il Friuli Venezia Giulia. Infatti, la nostra regione non solo non è normalmente interessata da altri fenomeni di rilievo (caldo o freddo estremi, *blizzards*, venti forti e costanti), ma spicca per le precipitazioni e per i fenomeni connessi, sia quantitativamente che qualitativamente;
- le *collaborazioni scientifiche* – Varie collaborazioni scientifiche sono in atto: la partecipazione al MAP (Mesoscale Alpine Programme), quella al MEDEX (*Mediterranean Experiment*), a progetti comuni con il CNR – Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, con l'*Hidrometeoroloski Zavod Slovenije* e con lo ZAMG austriaco;

- le attività di *meteoclimatologia generale* – Oltre a quanto sopra, le iniziative di ricerca e sviluppo riguardano:
  - la predisposizione di un atlante climatologico del Friuli Venezia Giulia, ad iniziare dalle sezioni riguardanti la grandine, gli indici temporaleschi e la neve;
  - studi di verifica delle previsioni, sia per quanto concerne quelle soggettive, sia confrontando, per certi aspetti, quelle soggettive con quelle oggettive;
  - lo studio del clima regionale nel contesto dei cambiamenti climatici a scala planetaria;
  - l'analisi di eventi e fenomeni di particolare rilievo, verificatisi in regione.
- Gli *studi su incarico* – Vari studi su aspetti specifici della realtà meteoclimatica regionale o subregionale sono stati svolti su richiesta di vari enti: dalle A.S.S. alle Province, dalla Regione (studio nivoclimatico, messa a punto di un indice di pericolo meteorologico di incendi boschivi) all'Autorità di Bacino.
- *L'aggiornamento e la formazione continua* – Gli specialisti dell'OSMER devono potersi mantenere sempre aggiornati e poter migliorare la loro formazione: dunque si partecipa a convegni e si organizzano incontri interni, si preparano interventi e viene curata una biblioteca interna di meteorologia.

**PREVISIONE** – Il secondo compito primario attribuito all'OSMER dalla legge è quello della previsione meteorologica regionale. Fare le previsioni del tempo è oggi un'attività molto diffusa e che riscuote un discreto "successo di pubblico". L'impegno dell'OSMER è rivolto all'elaborazione di un prodotto previsionistico a scala regionale di alta qualità. Quotidianamente, quindi il previsore di turno agisce mediante uno schema di:

- monitoraggio della situazione in atto, sia a scala locale che continentale;
- comprensione approfondita dei fenomeni e della loro evoluzione;
- disponibilità di previsioni meteorologiche numeriche;
- conoscenza delle caratteristiche geografiche e climatologiche del territorio del Friuli Venezia Giulia;
- esperienza e capacità professionali, per sintetizzare tutte le informazioni non traducendo semplicemente in linguaggio comune ciò che si riceve secondo codici da addetti ai lavori, bensì attraverso un'interpretazione critica dei prodotti modellistici e della realtà locale.

**DIFFUSIONE** – Anche l'ultimo anello della catena riveste particolare importanza. Osservare bene, comprendere bene e prevedere bene, senza avere la capacità di far arrivare i prodotti agli utenti in tempo e nei modi utili, costituirebbe uno spreco di risorse. Tanto più che la previsione meteorologica è come il pesce: va consumata fresca, freschissima. Altrimenti non serve più a nulla.

Accanto ad una filosofia di qualità e completezza dei prodotti specifici per il Friuli Venezia Giulia, l'OSMER ha quindi sempre perseguito anche la linea più adeguata di diffusione degli stessi, impiegando i mezzi informativi più idonei rispetto al prodotto e agli utenti da raggiungere e soddisfare col servizio. Va da sé che, applicando una tale politica nella distribuzione informativa, si è dovuto ricorrere massicciamente ai *mass-media*. Oggi i prodotti OSMER vengono distribuiti quotidianamente a televisioni, radio e giornali regionali, vengono inviati a sistemi teletext e ad agenzie di stampa, vengono spediti a domicilio via fax o via

e-mail; è disponibile una segreteria telefonica (0431 32810) e, *last but not least*, il sito *web* dai dati numerici rilevati dalle stazioni sinottiche alle mappe numeriche del radar di Fossalon.

**DIVULGAZIONE** – Per poter sfruttare appieno i servizi e i prodotti messi a disposizione dall'OSMER, gli utenti devono possedere un minimo di cultura meteorologica, che permetta loro di comprendere correttamente i termini più utilizzati, di cogliere con spirito critico i vari aspetti dei fenomeni descritti. Per cercare di divulgare la cultura meteorologica regionale, l'OSMER si adopera per lezioni (con riferimento ai fenomeni di interesse regionale) presso scuole o altri istituti, corsi, interviste e interventi in varie sedi, pubblicazioni, visite alle proprie strutture, durante le quali vengono illustrate le apparecchiature e le procedure per la gestione della rete di stazioni, per l'elaborazione dei relativi dati e per l'elaborazione delle previsioni meteorologiche regionali, nonché il radar di Fossalon.

### **Assistenza alla Direzione Regionale della Protezione Civile**

L'OSMER garantisce l'assistenza specialistica in meteorologia alla DRPC fornendo prodotti e servizi mediante:

- trasmissione in continuo dei dati rilevati dalle stazioni meteo sinottiche e relative elaborazioni geografiche;
- trasmissione delle mappa radar in formato grafico e numerico elaborate dal centro radar di Fossalon di Grado;
- invio quotidiano delle previsioni meteorologiche *standard*;
- monitoraggio continuo della situazione meteorologica e della sua evoluzione prevista, al fine di individuare e prevedere i fenomeni meteorologici di particolare intensità e durata, e il conseguente invio di comunicati specifici;
- reperibilità immediata h 24 di personale specializzato;
- analisi a posteriori di eventi meteo calamitosi;
- supporto specialistico per attività divulgative e didattiche;
- collaborazione specialistica per studi, pubblicazioni, servizi e altre attività complementari.

Inoltre, nei periodi di allarme ed emergenza meteorologica, e con disponibilità operativa ogni giorno dell'anno h 24, il personale dell'OSMER opera presso la Sala Operativa Regionale della Protezione Civile, con la conduzione di un presidio meteorologico che mette a disposizione la necessaria assistenza meteorologica ai fini di protezione civile per l'individuazione e l'analisi degli eventi meteorologici in atto, garantendo con continuità per tutto il periodo di emergenza la ricezione e l'elaborazione in tempo reale dei dati acquisiti.





## Misure di composti organici volatili in atmosfera con spettrometro a trasferimento di carica

Valerio Strocchi, Ivan Scaroni, Patrizia Luciali

ARPA Emilia-Romagna Sezione di Ravenna

La caratterizzazione dei composti organici volatili (COV) in atmosfera in presenza di poli chimici industriali è una determinazione particolarmente significativa sia per fornire informazioni sui livelli di esposizione ma anche per individuare le eventuali priorità di intervento sulle emissioni presenti.

Il controllo dei composti organici in tracce in atmosfera viene solitamente effettuato con tecniche di campionamento manuali che comportano successive analisi strumentali di laboratorio. La strumentazione automatica di monitoraggio non permette la speciazione (dando informazioni sugli idrocarburi totali) oppure limita la ricerca ad un numero ristretto di composti (es. BTX).

Per superare tali limitazioni è attualmente disponibile uno strumento (*AIRSENSE 2000*) in grado di identificare e quantificare in continuo i composti organici volatili contenuti anche in basse concentrazioni in miscele gassose complesse.

Lo strumento è costituito da uno spettrometro di massa a trasferimento di carica, senza separazione cromatografia, che consente un'analisi in tempo reale di una miscela gassosa.

Nella spettrometria di massa tradizionale ad impatto elettronico il processo di ionizzazione delle specie da ricercare avviene per bombardamento dei campioni mediante un fascio elettronico ad alta energia (normalmente intorno a 70 eV).

Richiede, inoltre, la separazione cromatografia delle varie sostanze per evitare la sovrapposizione dei segnali e, pertanto, non consente un'analisi in tempo reale.

Nel caso degli spettrometri a trasferimento di carica il processo di ionizzazione dei componenti avviene attraverso l'uso di un gas reagente (in genere gas rari come Xe, Kr e vapori di Hg) che con-

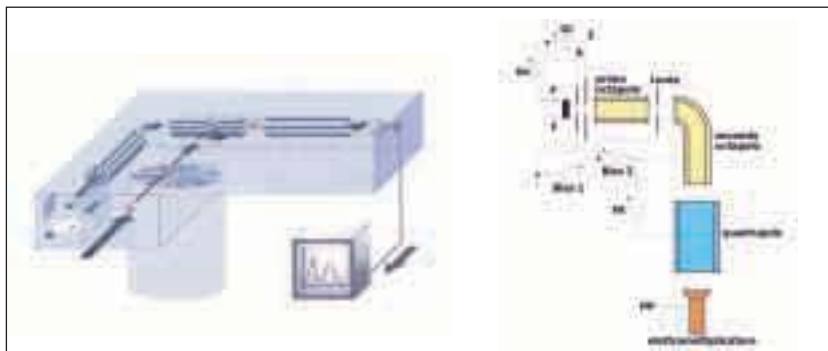
sente di operare ad energie più basse, determinando una netta semplificazione degli spettri ed un aumento di sensibilità. Non essendo necessario separare preventivamente i componenti della miscela, si ottiene un notevole guadagno sui tempi di risposta, permettendo un'analisi in tempo reale.

Inoltre è possibile ottenere una elevata selettività utilizzando gas reagenti diversi, che ionizzano specificatamente alcuni composti della miscela in base al loro potenziale di ionizzazione.

Il riconoscimento dei componenti della miscela viene effettuato mediante il confronto con spettri di calibrazione preventivamente memorizzati nelle librerie dello



strumento, mentre la concentrazione viene determinata utilizzando miscele di confronto a titolo noto o fattori di risposta predeterminati.



### Caratteristiche tecniche del sistema

L'analizzatore è costituito da:

- una sorgente di ionizzazione primaria dove il gas reagente viene ionizzato per impatto elettronico (70 ev) in una camera chiusa;
- due filtri octapolari con campo ad alta frequenza: il primo focalizza gli ioni prodotti ed il secondo (camera a scambio di carica) verifica il trasferimento di carica dal gas reagente alla sostanza da analizzare;
- l'analizzatore quadrupolare separa gli ioni in funzione della massa;
- il rivelatore di particelle con elettromoltiplicatore permette un veloce conteggio degli ioni raccolti.

788

Le specifiche tecniche della apparecchiatura sono:

<b>Range di massa</b>	0-500 amu o 0-128amu secondo le applicazioni
<b>Risoluzione di massa</b>	1 amu su tutto il range
<b>Tempo di risposta</b>	T90 < 100 ms
<b>Limite di rilevabilità</b>	<0.05 ppb per il benzene, acrilonitrile, esano, CVM, Butadiene, ecc.
<b>Linearità</b>	Deviazione massima < 1%

### Calibrazione del sistema

La calibrazione può essere effettuata, con librerie interne, in due modi: il primo prevede l'impiego di miscele a concentrazione nota con le quali effettuare la calibrazione dello strumento utilizzando una funzione già implementata nel programma di gestione; il secondo si basa su fattori di risposta precedentemente determinati rispetto al benzene, preso come sostanza di riferimento, sfruttando la riproducibilità di tutto il processo di ionizzazione. Questa ultima metodologia permette la determinazione quali-quantitativa della sostanza anche in assenza del gas di calibrazione specifico.

Fra le funzioni disponibili di particolare interesse la calibrazione delle masse (*TUNE*) e la verifica di linearità del potenziale dell'elettromoltiplicatore, richiamabili all'interno del menù di gestione dei parametri tecnico-operativi della macchina (*MACHINE ACCESS*).

## Le applicazioni

Il sistema di misura, disponendo di idonei applicativi, consente diversi ambiti di impiego:

- monitoraggio dell'aria;
- controllo delle emissioni industriali;
- controllo delle emissioni di autoveicoli;
- verifica di specifici processi;
- valutazione dell'esposizione negli ambienti di lavoro.

In particolare la macchina in dotazione ad ARPA – Sezione di Ravenna è fornita di un applicativo che permette la rilevazione dei principali composti più specificatamente connessi con le emissioni dell'area industriale di Ravenna, più precisamente:

- |                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| – Acrilonitrile (ACN)   | – Acetato di Vinile Monomero (AVM) |
| – Benzene               | – Butadiene                        |
| – Cicloesano            | – Cloruro di Vinile Monomero       |
| – 1,2, Dicloroetano     | – Esano                            |
| – Stirene               | – Toluene                          |
| – Vinilcicloesene (VCE) | – Xileni                           |

Allo stato attuale è in corso una sperimentazione preliminare che prevede l'effettuazione manuale di campionamenti gassosi in cinque postazioni attorno all'area industriale. I campioni gassosi, raccolti utilizzando fiale in vetro con volume di circa 2 litri, preventivamente bonificate e poste sotto vuoto, vengono analizzati in laboratorio inserendoli nella linea di aspirazione dell'apparecchiatura. I primi dati confermano la possibilità di utilizzo dello strumento anche alle basse concentrazioni presenti in ambiente (es.  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il CVM).

Sarà quindi oggetto di uno specifico progetto la caratterizzazione del territorio interessato dai processi diffusivi delle emissioni del polo industriale per un'analisi quali-quantitativa della presenza di queste sostanze nell'atmosfera ravennate mediante misure dirette, utilizzando lo strumento in posizioni fisse (ad es. c/o una centralina della rete di controllo della qualità dell'aria) ed in punti diversi collocandolo su un automezzo.

Un'altra possibile applicazione è in caso di eventi incidentali: in occasione di una fuoriuscita di butadiene da una tubatura di un impianto dell'area industriale si è potuto testare l'impiego dell'analizzatore in una situazione di emergenza ambientale fornendo risposte tempestive.

Si sta sviluppando un'applicazione per la ricerca di alcuni composti connessi con l'utilizzo di combustibili di origine vegetale (biodiesel), in particolare composti ossigenati (aldeidi).



## Monitoraggio della mutagenicità delle polveri sospese in ambiente urbano: la rete regionale dell'Emilia-Romagna

Francesca Cassoni, Clara Bocchi e Silvia Baiocchi

ARPA Emilia-Romagna Sezione Provinciale di Parma

Finalità della Specializzazione Mutagenesi ambientale e occupazionale è valutare la presenza di sostanze mutagene e quindi potenzialmente cancerogene, in miscele complesse, in ambiente esterno (aria, acqua, suolo, ecc.) ed interno (aree abitative o ambienti di lavoro), tramite l'applicazione di test di mutagenesi, specie "a breve termine".

Le principali attività specialistiche consistono in:

- applicazione di test di mutagenesi a breve termine per la valutazione della qualità ambientale su diverse matrici (particolato atmosferico in area urbana ed in prossimità di sorgenti inquinanti localizzate, terreni, matrici di origine industriale, acque e liquidi biologici);
- coordinamento dell'attività della rete regionale di monitoraggio della mutagenicità del particolato atmosferico urbano ed esecuzione dei test di mutagenesi;
- gestione di un sito *Internet* (<http://www.arpa.emr.it/parma/mutagenesi>) della rete regionale sulla mutagenesi ambientale, per fornire informazioni generali e misure, a cadenza mensile, sulla mutagenicità del particolato aerodisperso urbano;
- applicazione dei test di mutagenesi per la valutazione della contaminazione di siti, con particolari criticità ambientali;
- analisi delle possibili correlazioni con parametri chimico-fisici, in particolare con gli IPA, ed analisi in microscopia elettronica (SEM), al fine di una più approfondita interpretazione del dato relativo alla genotossicità del particolato atmosferico urbano, tramite collaborazione con la Specializzazione di Ravenna (Microinquinanti organici) per quanto riguarda la ricerca degli IPA e loro derivati e con la Specializzazioni di Reggio Emilia (Amianto, polveri e fibre, igiene industriale, indoor pollution e tossicologia occupazionale) per quanto riguarda l'analisi in SEM;
- valutazione comparata della mutagenicità associata alle diverse frazioni granulometriche del particolato aerodisperso (PM10 e PM2,5) sul lungo periodo.

### *Monitoraggio della mutagenicità delle polveri sospese in ambiente urbano: la rete regionale dell'Emilia-Romagna*

Esposizioni ambientali dovute a un solo contaminante sono rare poiché la popolazione è sempre più soggetta ad esposizioni croniche a miscele complesse. L'aria e in specifico il particolato atmosferico (PM) sono tipici esempi di miscela complessa. Una valutazione in continuo del carico genotossico associato al particolato atmosferico è quindi sempre più necessaria, in quanto alcune patologie umane, come ad es. il cancro, derivano probabilmente da esposizioni multiple e cumulative a contaminanti ambientali. Quindi un progetto in grado di garantire la valutazione continua nel tempo e su tutto il territorio regionale della genotossicità del particolato atmosferico urbano fornisce dati contenenti importanti

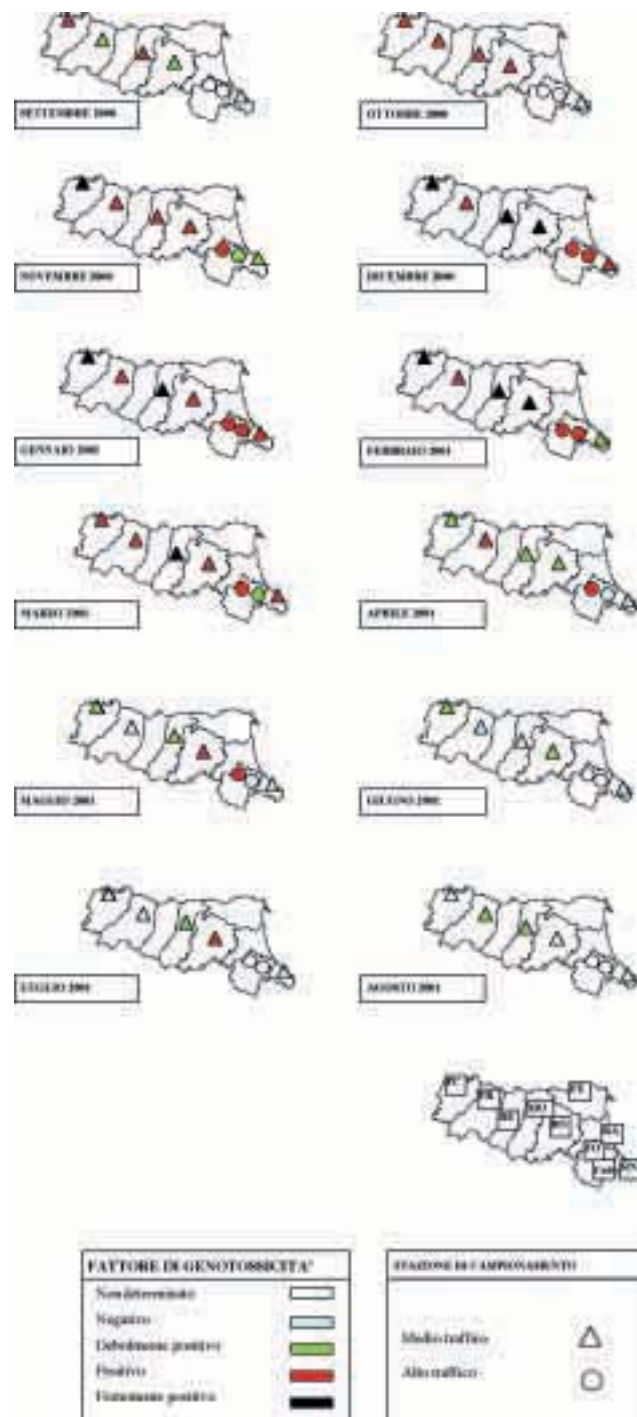
informazioni da poter essere utilizzate non solo in una migliore caratterizzazione del pericolo per la salute derivante dall'esposizione al particolato aerodisperso ma anche nella valutazione dell'efficacia delle azioni nazionali e locali tese al risanamento dell'aria in ambiente urbano (introduzione della benzina verde, ecodiesel, domeniche senza traffico ecc.). Per questi motivi a partire dal 1997 ARPA Emilia-Romagna ha promosso l'avvio di una rete regionale di monitoraggio in continuo della mutagenicità del particolato atmosferico in ambiente urbano che attualmente è costituita da otto nodi corrispondenti, per lo più, ai capoluoghi di provincia della Regione.

Studi condotti a Parma sulla mutagenicità associata a diverse frazioni di particolato (PTS, PM10 e PM2,5), nel lungo periodo (settembre 1998-dicembre 2000), hanno evidenziato una maggiore attività specifica del PM2,5 in molti mesi dell'anno. Inoltre da osservazioni preliminari al microscopio elettronico risulta predominante nella frazione PM2,5 la presenza di particelle ultrafini ( $<1\mu\text{m}$ ) (analisi in SEM eseguita dalla Specializzazioni di Reggio Emilia "Amianto, polveri e fibre, igiene industriale, *indoor pollution* e tossicologia occupazionale"), quindi di particelle più pericolose dal punto di vista sanitario per la loro capacità di penetrare nelle parti più profonde dell'apparato respiratorio. Per questi motivi a partire dalla seconda metà del 2000 si è orientato il campionamento del particolato in tutti i nodi della rete alla frazione PM2,5 con l'eccezione di Ravenna dove viene campionata la frazione PM10 e Parma dove si campionano entrambe le frazioni. È noto, inoltre, che la maggior parte delle molecole dannose per la salute associate alle polveri aerodisperse sono presenti soprattutto nella frazione più fine e questo è confermato anche dalle analisi degli IPA sul PM10 e PM2,5 campionati in continuo a Parma che evidenziano una maggiore concentrazione di IPA negli estratti di PM2,5 (analisi eseguite dall'ARPA Emilia-Romagna, Sezione provinciale di Bologna fino al dicembre 2000 e dalla specializzazione "microinquinanti organici" della Sezione di Ravenna dal gennaio 2001).

I primi dati derivanti dal monitoraggio in continuo della mutagenicità (test di Ames con i ceppi TA98 e TA100 di *Salmonella typhimurium* con e senza attivazione metabolica esogena – S9) del particolato atmosferico urbano nei diversi nodi della rete evidenziano differenze sia di carattere quantitativo che qualitativo che si riscontrano anche tra siti comparabili se si prendono come riferimento le concentrazioni di NO<sub>2</sub> e CO. Queste differenze sia nel livello che nel tipo di effetto mutageno riscontrato possono essere dovute alla diversa collocazione dei siti di campionamento (zone a diversità di traffico veicolare) e/o al contributo di altre sorgenti, oltre al traffico veicolare, di sostanze mutageno/cancerogene. Il particolato atmosferico campionato in siti comparabili per quanto riguarda l'intensità del traffico veicolare, a concentrazioni simili, può presentare una diversa attività mutagena specifica. Dalle prime comparazioni delle concentrazioni di IPA mutageni e dell'attività genotossica degli estratti si evince non solo che la maggior parte delle molecole mutagene è associata alle frazioni più fini del particolato ma anche che questa non è costituita solo da IPA in quanto il confronto tra la risposta nei test più "sensibili" agli IPA e la risposta complessiva evidenzia la presenza anche di altre molecole con differenti meccanismi di azione sul DNA. Quindi non è possibile descrivere la mutagenicità del particolato atmosferico considerando un solo indicatore o solo una classe di composti chimici.

Da quanto sopra esposto emerge l'importanza di valutare gli effetti biologici delle miscele complesse *in toto* al fine di una migliore caratterizzazione delle

stesse e che i dati derivanti dall'analisi biologica potrebbero essere utilizzati per una più mirata analisi chimico-fisica. Nella figura viene riportata l'evoluzione temporale della mutagenicità della frazione PM<sub>2,5</sub>, espressa come Fattore di genotossicità totale, nei vari nodi della rete regionale di monitoraggio della mutagenicità del particolato atmosferico urbano. Il Fattore di genotossicità viene calcolato prendendo in considerazione tutti i test condotti con *Salmonella*.





## Caratterizzazione morfologica ed elementale, mediante tecnica SEM, del particolato atmosferico prelevato in aree urbane

S. Maggiolo, S. Prandi, A. Scagliola

ARPA Liguria

Scopo di questo studio è la messa a punto di una tecnica al fine di individuare i comportamenti peculiari del particolato atmosferico, in zone gravate da una specifica tipologia di potenziale sorgente inquinante. La realizzazione di tale lavoro ha previsto la scelta di una certa quantità di parametri per ogni campione, la valutazione di tali parametri ed il confronto dei dati relativi ad ognuno di essi. Nell'ambito dell'area urbana del comune di Genova sono stati individuati 6 siti di prelievo facenti parte della rete di rilevamento dell'inquinamento atmosferico gestita dalla Provincia di Genova, la quale ha messo a disposizione degli autori la disponibilità all'uso logistico delle centraline di controllo già esistenti.

### Metodi e strumenti

I campioni, realizzati nell'arco di un paio di mesi a cavallo tra il 2000 ed il 2001, sono stati effettuati mediante una stazione di aspirazione portatile mod. BRAVO marca TECORA, con un flusso pari a circa 20 l/min, su supporto (filtro) da 47 mm in polycarbonato ( $0.8 \mu\text{m}$ ). I volumi d'aria campionati sono compresi nel range:  $900 \div 3660$  litri, al variare della densità di polveri sospese. In tutti i casi il campionamento è iniziato intorno alle 9:00 del mattino, cercando di evitare le ore di massimo traffico veicolare. Le analisi sono state effettuate con un microscopio a scansione elettronica LEO 1450VP dotato di sistema EDS per l'analisi elementale.

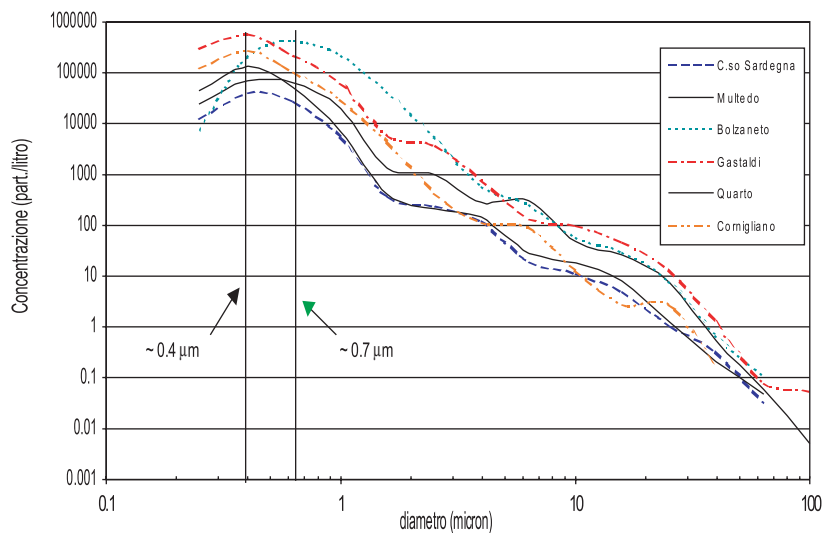
### Analisi dei parametri

Il primo parametro di indagine è la distribuzione dimensionale delle particelle misurate per ogni campione (Figura 1).

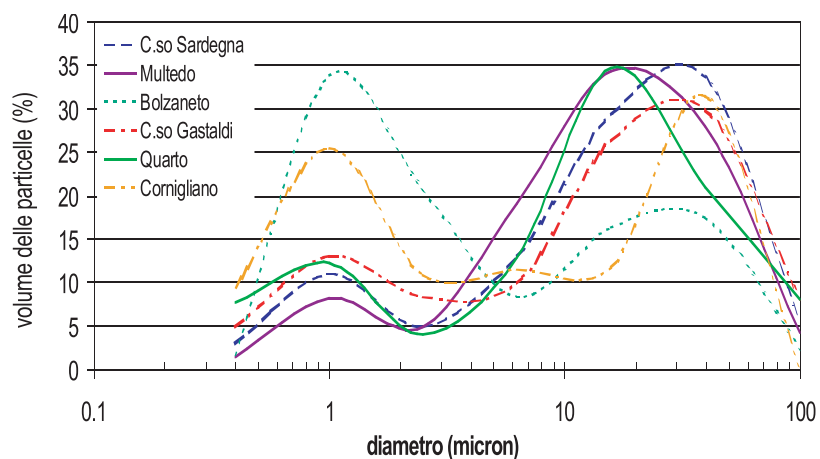
In tale grafico si riporta in ordinata la concentrazione di particelle espressa in numero di corpuscoli per litro di aria e in ascissa il valore medio del diametro di Waddel (diametro di una particella sferica che al SEM appare con la stessa area di quella data). Gli andamenti, benché in generale molto simili fra loro, mostrano ad un esame più attento delle discordanze in particolari zone del grafico. Ciò potrebbe in prima applicazione supportare l'ipotesi che, pur essendo tutti siti urbani e quindi soggetti in maggior o minor modo a forme di inquinamento veicolare o da riscaldamento casalingo, esistano in alcuni casi sorgenti di particolato, antropiche o naturali, che si vadano a sommare a quelle appena citate.

Dalla Figura 1 risulta abbastanza evidente un'anomalia nell'andamento di Bolzaneto che presenta, nel range delle particelle di piccole dimensioni, il massimo centrato intorno al valore di  $0,7 \mu\text{m}$  mentre per gli altri cinque grafici si trova attorno ai  $0,4 \mu\text{m}$ .

Il secondo parametro di indagine è la distribuzione volumetrica delle particelle misurate per ogni campione (Figura 2). Ricordiamo, infatti, che un ulteriore



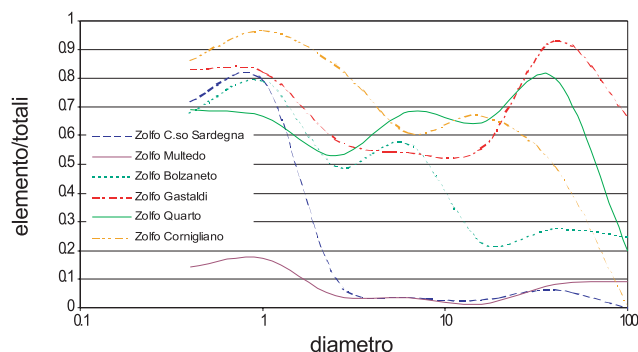
**Figura 1 - Distribuzione dimensionale, in scala bilogarithmica, delle particelle aerodisperse in sei campioni prelevati in siti urbani**



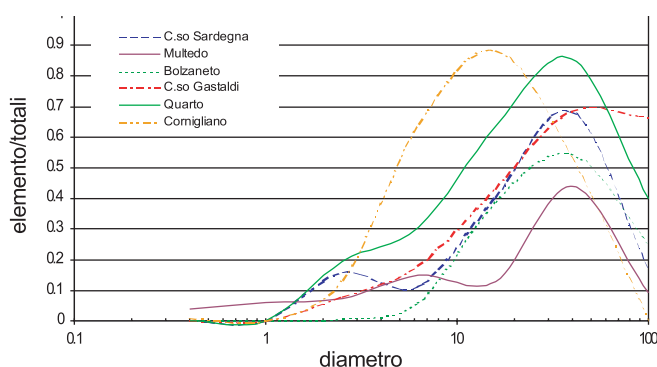
**Figura 2 - Distribuzione volumetrica, in scala logarithmica, delle particelle aerodisperse in sei campioni prelevati in siti urbani**

modo di interpretazione dei dati acquisiti, è legato alla stima della massa totale di particolato campionato, correlabile alla misura del PTS. Dalla distribuzione dimensionale è possibile ricavare la distribuzione volumetrica e, da quest'ultima, a fronte di opportune ipotesi sulla densità delle particelle raccolte, è ragionevole trarre una stima della massa totale delle particelle campionate sul filtro, del PM10 e del PM2.5.

Per individuare analogie e relazioni tra i diversi andamenti nelle due distribuzioni rappresentate (dimensionale e volumetrica) si è proceduto suddividendo in gruppi gli andamenti più affini, individuando così diversi sottogruppi.



**Rapporto: particelle contenenti zolfo/particelle totali**



**Rapporto: particelle contenenti calcio/particelle totali**

Un ulteriore sviluppo sull'interpretazione dei dati acquisiti è possibile ottenerlo attraverso l'analisi delle dimensioni delle particelle suddivisa secondo la composizione chimica elementare: si sono perciò analizzati, al variare del diametro, gli andamenti dei rapporti fra le particelle contenenti un dato elemento (in particolare zolfo e calcio) e quelle totali.

Le particelle contenenti zolfo possono, infatti, essere prodotte sia da attività di tipo meccanico (naturali e antropiche), sia da processi di combustione (direttamente o per condensazione). Nel primo caso, si ha produzione di particelle di grandi dimensioni e pertanto non respirabili, mentre nel secondo si ottengono particelle di tipo ultrafine (PM<sub>2.5</sub>). Più in dettaglio, molto spesso la presenza di zolfo riscontrata nelle polveri finissime è dovuta ad una copertura di solfati sulla superficie delle particelle carboniose o a base di silicio<sup>1</sup>. Tale copertura è dovuta al deposito dei solfati generati dall'ossidazione fotochimica del biossido di zolfo prodotto dall'utilizzo dei combustibili fossili. In particolare essa può essere cor-

<sup>1</sup> De Bock et al., 1994. *Individual aerosol particle composition variations in air masses crossing the North Sea. Environmental Science and Technology* 26, 1513-1520.

relata non tanto alla quantità di SO<sub>2</sub> presente in atmosfera, bensì alle radiazioni solari che comportano l'ossidazione dell'anidride<sup>2</sup>.

Le particelle contenenti calcio sono generate quasi esclusivamente da fenomeni meccanici quali: sfregamenti, erosioni di rocce naturali o di manufatti artificiali (cementi, intonaci, ...). Le particelle così prodotte sono dunque solitamente di grandi dimensioni e pertanto non respirabili.

## Conclusioni

In conclusione, la tecnica analitica SEM-EDS permette di discriminare i contributi dovuti ai diversi elementi nelle fasce di diametro delle particelle, in modo da correlare la presenza della sorgente all'inquinante individuato. Ogni singola analisi fornisce, però, informazioni parziali, che possono condurre a conclusioni non veritiere se lasciate isolate. A ciò si aggiunge la necessità di rendere possibilmente sistematici i campionamenti e le relative analisi, allo scopo di limitare l'influenza sui risultati, di parametri interferenti, quali le diverse condizioni meteorologiche, e di monitorare eventuali variazioni stagionali o eventi eccezionali di inquinamento dell'aria.

---

<sup>2</sup> L. Paoletti et al., 2000. *Physico-chemical characterization of the airborne fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) in an urban area: an analysis of the seasonal trend.*

## Indici di disagio bioclimatico

**Franco Zinoni, Gabriele Antolini**

*ARPA Servizio Meteorologico Regionale*

Da alcuni anni la comunità scientifica è attenta all'effetto del clima sulla salute dell'uomo e diversi studi hanno evidenziato le relazioni che esistono tra alcuni dei principali parametri meteorologici (temperatura, vento, umidità) e lo sviluppo di patologie, anche gravi, che possono interessare, secondo l'andamento climatico, il sistema cardio-vascolare, oppure il sistema respiratorio. ARPA-SMR da alcuni anni fornisce indicazioni sulla situazione presente e prevista di disagio da caldo-umido utilizzando i metodi proposti da Scharlau e da Thom. Le indicazioni sono riferite ai siti delle stazioni appartenenti alla rete meteorologica regionale e quindi interessano prevalentemente il territorio di pianura.

Recentemente è stato realizzato uno studio preliminare volto a verificare la possibilità di fornire indicazioni alla scala di dettaglio, della variabilità all'interno del territorio della provincia di Bologna delle condizioni medie di disagio bioclimatico.

I risultati del lavoro sono riportati nel Quaderno tecnico N° 5 di ARPA-SMR. Di seguito si forniscono brevi cenni di biometeorologia e vengono presentati sinteticamente i principali metodi utilizzati nei vari paesi per la stima del disagio bioclimatico.

### Brevi cenni di biometeorologia

La biometeorologia, scienza interdisciplinare di recente sviluppo, studia le influenze dei fattori meteorologici sugli organismi. L'uomo, come animale omeotermo, è in grado di mantenere la propria temperatura quasi costante. In realtà, essa varia secondo l'ambiente circostante, con le stagioni, durante la giornata, ed è diversa nei vari punti del corpo. Il complesso sistema di termoregolazione dell'uomo, coordinato dal sistema nervoso centrale, grazie all'ausilio di diversi termorecettori, consente di mantenere la temperatura dei tessuti profondi il più possibile vicino a 37° C. Tale sistema si avvale di meccanismi di produzione ed eliminazione del calore. Se l'equilibrio è mantenuto con il minimo sforzo, si può parlare di condizioni climatiche di benessere; maggiore è lo sforzo richiesto al sistema di termoregolazione, più ci si allontana dalla condizione d'equilibrio e si può allora parlare di disagio. Il disagio bioclimatico rappresenta quindi l'insieme delle condizioni meteorologiche che concorrono a creare situazioni di malessere fisico per l'uomo. Tutte le grandezze meteorologiche possono contribuire a creare tali situazioni, in particolare: la temperatura, l'umidità, il vento, la radiazione. Spesso i fattori climatici interagiscono tra loro o con altre grandezze dell'aria di tipo chimico, fisico o biologico, a volte in maniera sinergica, rendendo difficile l'analisi dei singoli effetti sulla salute umana. Per esempio la concentrazione d'inquinanti a livello del suolo è strettamente correlata al grado di stabilità atmosferica o alla quantità di radiazione solare. In più, gli effetti d'interazione si manifestano anche come effetto sulla salute: condizioni atmosferiche stressanti favoriscono gli effetti dannosi d'inquinanti di diversa natura.

Negli studi sul disagio bioclimatico ci si riferisce solitamente ai fattori puramente climatici: temperatura, umidità e vento. Sono stati ideati diversi indici biometeorologici, basati su queste grandezze. Tali indici sono calcolati da espressioni contenenti coefficienti individuati in maniera empirica. Per esempio Scharlau [1950] ha introdotto un indice basato su due curve sperimentali (una per il disagio da caldo-umido estivo, una per il disagio da freddo-umido invernale) che, per ogni valore d'umidità relativa, definisce la temperatura oltre la quale, in assenza di vento, l'uomo si trova in condizioni igrotermiche di disagio. Thom [1959] ha introdotto un indice di disagio da caldo-umido che, considerando le temperature di bulbo asciutto e bagnato, tiene conto delle condizioni termigrometriche che determinano la cosiddetta temperatura effettiva, cioè la sensazione di calore percepita dall'uomo. Gli indici di Scharlau e di Thom sono calcolati regolarmente, durante l'estate, dal Servizio Meteorologico Regionale (S.M.R.) dell'A.R.P.A. Emilia-Romagna e sono diffusi con le previsioni meteorologiche. Esistono molti altri indici biometeorologici di tipo empirico che considerano temperatura, umidità, velocità del vento. Tali indici sono solitamente determinati dai vari Servizi Meteorologici per il monitoraggio giornaliero del disagio biometeorologico da caldo-umido e da freddo-umido, per avvertire la popolazione sugli eventuali pericoli da colpi di calore o di congelamento. Esistono, infatti, per ogni indice, classi di valori che corrispondono a particolari condizioni di disagio o benessere.

Nei più recenti studi biometeorologici [per esempio *Blazejczyk*, 1999] si tenta di utilizzare direttamente l'equazione di scambio di calore tra l'uomo e l'ambiente per determinare le situazioni di stress per l'organismo:

$$S = M + R + C + L + E + Res$$

dove S è l'accumulo netto di calore, M la produzione metabolica di calore, R la radiazione solare assorbita, C, L, E e Res rispettivamente gli scambi di calore per convezione, per radiazione ad onda lunga, per evaporazione e respirazione. Anche in questo caso, i coefficienti delle diverse variabili sono individuati solitamente per via empirica.

### Indice di Scharlau (Scharlau K.; 1950)

Questo autore ha definito sperimentalmente, in assenza di vento, le temperature limite dell'aria, in relazione all'umidità atmosferica, oltre le quali l'organismo di un uomo medio e sano accusa disagio.

Tali valori, tracciati su un diagramma cartesiano, definiscono una curva, detta di Scharlau.

I parametri meteorologici presi in considerazione sono: l'umidità relativa (%) e la temperatura dell'aria (°C).

Attraverso la combinazione dei due parametri meteorologici, opportune tabelle consentono di determinare l'esistenza o meno di un disagio fisiologico.

L'indice di Scharlau per il disagio invernale è valido solo per valori di umidità relativa superiori al 40% ed è sensibile in un intervallo di temperatura compreso tra -6°C e 5°C. Al di fuori di tale intervallo, anche al variare dell'umidità relativa, l'indice attribuisce sempre i valori estremi della classificazione, cioè "benessere" per temperature superiori a 5°C e "disagio intenso" per temperature inferiori a -6°C. L'indice di Scharlau per il disagio estivo è valido solo per valori di umidità relativa superiori al 30% ed è sensibile in un intervallo termico compreso tra 17° e 39° C. Al

di fuori di tale intervallo, anche al variare dell'umidità relativa, l'indice attribuisce sempre la condizione fisiologica alle classi estreme, cioè "benessere" per temperature inferiori a 17° C e "disagio intenso" per temperature superiori a 39° C.

### **Indice di Thom (Thom E.C. and Bosen J.F.; 1959)**

L'indice di disagio proposto da Thom, "*Discomfort Index*" (DI), è considerato uno dei migliori indici di stima della temperatura effettiva. Quest'ultima è definita come "un indice arbitrario" che combina, in un singolo valore, l'effetto di temperatura, umidità e movimento dell'aria sulla sensazione di caldo o freddo percepito dal corpo umano. La temperatura effettiva tiene conto della temperatura di bulbo umido e della temperatura di bulbo asciutto di posti ombreggiati e protetti dal vento.

Questo indice è adatto per descrivere le condizioni di disagio fisiologico dovute al caldo-umido ed è sensibile in un intervallo termico compreso tra 21° C e 47° C. Al di fuori di tale intervallo, anche al variare dell'umidità relativa, l'indice attribuisce sempre la condizione fisiologica alle classi estreme, cioè "benessere" per temperature inferiori a 21° C e "stato di emergenza medica" per temperature superiori a 47° C.

### **Indice termoigrometrico (Kyle W.J.; 1994)**

Questo indice, il *Thermohygroscopic Index* (THI), è un sistema per calcolare approssimativamente il valore dell'indice di disagio di Thom, usando direttamente, oltre alla temperatura dell'aria, l'umidità relativa; evitando quindi il calcolo della temperatura di bulbo umido.

Il THI, a differenza dell'indice di Thom, è un indice utilizzato principalmente per la classificazione climatica, valido sia per periodi caldi che estremamente freddi.

### **Indice di tensione relativa (Kyle W.J.; 1992)**

Il "*Relative Strain Index*" (RSI), è un indice adatto per descrivere le condizioni di stress dovute al calore.

Quindi, alle nostre latitudini, è applicato nel periodo estivo.

Questo indice è stato sviluppato prendendo come modello di riferimento un uomo medio, seduto, vestito in abito completo da lavoro, in buone condizioni di salute, di 25 anni e non acclimatato al calore.

L'Indice di Tensione Relativa prende in considerazione la temperatura dell'aria (° C) e la pressione di vapore dell'aria (hPa).

### **Indice di calore (Steadman R.G.; 1979)**

L'Indice di Calore, "*Heat Index*" (HI) o "*Apparent Temperature*" (AT), è un indice, calcolato in gradi *Fahrenheit* (° F), che permette di stimare il disagio fisiologico dovuto alla esposizione a condizioni meteorologiche caratterizzate da alte temperature ed elevati livelli igroscopici dell'aria.

I parametri coinvolti nel complesso calcolo per ottenere questa equazione, oltre alla temperatura e all'umidità relativa dell'aria, sono: pressione di vapore; velocità effettiva del vento; dimensioni di un uomo; temperatura interna del corpo di un uomo; tasso di sudorazione di un uomo.

L'Indice di Calore viene impiegato abitualmente negli Stati Uniti d'America, dal *National Weather Service* della NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), per valutare il disagio termico durante l'estate, periodo in cui il calore e la radiazione solare rappresentano un serio problema nazionale.

Il *National Weather Service* ha classificato l'Indice di Calore in quattro categorie, riportando anche i possibili disturbi cui possono andare soggetti soprattutto le persone più deboli, come i malati, gli anziani e i bambini.

### ***New summer Simmer index (Pepi W.J.; 2000)***

Si tratta di un indice adatto a descrivere le condizioni di stress da calore durante la stagione calda.

Questo indice utilizza i risultati provenienti da modelli fisiologici e test umani effettuati su un periodo di oltre 75 anni dalla Società Americana di Ingegneria del Riscaldamento e Refrigerazione (ASHRAE) presso l'Università del Kansas State. L'indice è applicabile quando la temperatura è superiore o uguale a 22° C ed è sensibile fino ad una temperatura di 53° C, oltre la quale, anche variando l'umidità relativa, l'indice individua sempre il valore massimo della classificazione, cioè "estremamente caldo".

### **Indice Humidex (Masterton J.M., Richardson F.A.; 1979)**

È uno degli indici utilizzati per valutare il benessere climatico dell'uomo in relazione all'umidità ed alla temperatura.

Tale indice si basa su di una semplice relazione empirica che prende in considerazione la temperatura dell'aria e la tensione di vapore.

L'equazione che consente di calcolare l'indice *Humidex* (H), individua diversi gradi di stress da calore

È importante rilevare che tale indice è sensibile in un intervallo di temperatura compreso tra 20° e 55° C. Al di fuori di tale intervallo, anche al variare dell'umidità relativa, l'indice individua sempre le classi estreme, cioè "benessere" per temperature inferiori a 20° C ed "elevato pericolo" per temperature superiori a 55° C.

### **Indice di temperatura equivalente (Bründl W., Höppe P.; 1984)**

Tale indice è adatto a individuare condizioni di benessere o disagio termico in un ampio range di condizioni climatiche.

La temperatura equivalente corrisponde alla temperatura che una massa d'aria, tenuta a pressione costante, assumerebbe se il vapor acqueo in essa contenuto condensasse e se il calore latente di condensazione liberato fosse usato per aumentare la sua temperatura. La temperatura equivalente, quindi, non è altro che la temperatura effettiva dell'aria aumentata del calore latente di condensazione di tutto il vapore acqueo contenuto nell'aria stessa. Viene espressa in °C



ed è costante nei processi umidoadiabatici (movimenti ascendenti e discendenti dell'aria satura senza scambio di calore con l'esterno) .

Considerando una velocità del vento  $v = 1.0 \text{ m/s}$ , sono state individuate cinque classi di temperatura equivalente.

### **Indice *Wind Chill* (Siple P.A., Passel C.F.; 1945)**

L'Indice *Wind Chill* esprime la capacità di togliere calore al corpo umano, quindi, è una misura del tasso di calore perso dal corpo.

Tale indice è applicabile quando la velocità del vento è compresa tra  $2 \text{ m/s}$  e  $24 \text{ m/s}$  e quando la temperatura è inferiore a  $11^\circ \text{C}$ .

Ad ogni classe dell'indice corrispondono determinati effetti sull'organismo umano.



## Da LAMBO a LAMI

**T. Paccagnella, C. Cacciamani**

*ARPA Emilia-Romagna Struttura Servizio Meteorologico Regionale*

La previsione del tempo è interamente basata sui prodotti forniti dai Modelli Numerici che, applicando le leggi della Fisica, prevedono l'evoluzione dei moti atmosferici a partire da uno stato iniziale determinato in base alle osservazioni meteorologiche provenienti dalle varie reti osservative.

Nel Settembre del 1993, allo scopo di disporre di informazioni modellistiche dettagliate sul territorio regionale, ARPA-SMR diede l'avvio alla sua attività operativa nel campo del modellistica numerica ad area limitata basata sul modello LAMBO (*Limited Area Model Bologna* (Paccagnella 1995).

LAMBO appartiene alla categoria dei modelli ad area limitata (LAM) idrostatici che, per motivi fisiologici legati al sistema di equazioni di base utilizzate, non sono utilizzabili per risolvere fenomeni meteorologici che avvengano su scale sensibilmente inferiori ai 10 km. I modelli "stato dell'arte", utilizzati presso i vari servizi meteorologici a scopi operativi durante l'ultimo ventennio, sono stati tutti di tipo idrostatico sia che fossero modelli globali, GCM (Global Circulation model, che forniscono previsioni su tutto il Globo), che ad area limitata, LAM (che forniscono previsioni solo su aree geografiche limitate). Il limite a priori sulla risoluzione non si è mai posto comunque come un reale problema, per le pratiche previsionali operative, in quanto la potenza di calcolo disponibile non avrebbe comunque consentito di spingersi a risoluzioni sensibilmente più elevate con una conseguente inadeguatezza dei modelli idrostatici.

L'avanzamento tecnologico verificatosi durante l'ultimo decennio nel campo informatico è stato tale da consentire, nel corso degli ultimi anni, la sperimentazione e l'implementazione operativa di modelli ad area limitata di tipo non-idrostatico.

La transizione verso questo tipo di modellistica non è certo semplice. Bisogna infatti tener presente che i modelli numerici, sia GCM che LAM, sono una enorme opera di ingegneria che ingloba competenze nel settore della Fisica, dell'Analisi Numerica e dell'Informatica. Tutto il sistema si basa poi sull'esistenza e l'efficienza di sistemi osservativi adeguati che forniscano dati meteorologici in tempo reale da "assimilare" grazie a schemi di analisi sempre più complessi.

Migliorare un sistema previsionale non significa quindi solo disporre di un modello più sofisticato ma richiede, contemporaneamente, l'avanzamento in più settori per poter da un lato progredire nella conoscenza dei fenomeni fisici e, dall'altro, riuscire poi a rappresentarli in modo adeguato all'interno dei modelli. Lo sviluppo e la gestione operativa dei modelli previsionali richiedono quindi risorse organizzative, tecniche e scientifiche che possono essere garantite solo attraverso collaborazioni non solo a livello nazionale ma anche internazionale.

Tale tipo di collaborazione ricalca una ormai consolidata consuetudine in ambito europeo che si è concretizzata in vari progetti modellistici (e.g. HIRLAM dei paesi nord-europei, *ALADIN/LACE di MeteoFrance* e paesi dell'est) ed in iniziative quali il progetto SRNWP (*Short Range Numerical Weather Prediction*) di EUMETNET (*The Network of European Meteorological Services*). SRNWP, pur preservando una notevole dialettica competitiva tra i vari gruppi modellistici,

assicura un sostanziale scambio di competenze ed esperienze che contribuiscono all'avanzamento tecnico e scientifico dei modelli previsionali. All'interno dei singoli gruppi modellistici europei ci sono poi partecipazioni di vari Paesi; in questo modo ogni Paese può fruire di modelli avanzati contribuendo allo sviluppo comune con le risorse interne disponibili.

## Il Consorzio Cosmo

In questa ottica di collaborazione ARPA-SMR ed UGM (Ufficio Generale di Meteorologia dell'Aeronautica Militare) hanno stabilito un accordo per l'adesione congiunta al CONSORZIO internazionale COSMO (*Coordinated Small scale Modelling*).

COSMO è finalizzato allo sviluppo ed all'uso operativo del modello non-idrostatico denominato *Lokal Modell* (LM) originariamente sviluppato dal servizio meteorologico tedesco (DWD). COSMO vede attualmente la collaborazione di Germania, Svizzera, Italia, Grecia e Polonia. La partecipazione italiana a COSMO si attua anche grazie alla collaborazione di altri servizi meteorologici regionali italiani e di alcuni Istituti Universitari e di ricerca.

Dal punto di vista formale l'accordo internazionale, che ratifica la collaborazione COSMO, è stato firmato da UGM in rappresentanza dell'Italia. In base a tale accordo, che prevede esplicitamente la possibilità di ulteriori "accordi satellite" a livello nazionale, ARPA-SMR ha stipulato una apposita convenzione con UGM che regola la cooperazione tra i due enti per la gestione congiunta di un sistema modellistico previsionale operativo basato su LM, all'interno di un progetto denominato LAMI (*Limited Area Model Italy*).

L'ultimo anello della catena, che chiude il cerchio delle collaborazioni nazionali inerenti il progetto COSMO, è dato dal progetto interregionale "Modellistica Numerica". Questo progetto vede infatti coinvolti più enti, regionali e provinciali, che tramite il progetto Modellistica Numerica contribuiscono, in termini di acquisto ed utilizzo di risorse informatiche presso CINECA, alla gestione operativa delle catene modellistiche di ARPA-SMR.

È importante rimarcare il fatto che la oggettiva complessità di questo sistema di collaborazioni, è comunque da interpretarsi in senso positivo in quanto espressione di una diffusa volontà di collaborazione, anche in assenza di un preciso assetto organizzativo nazionale di riferimento.

La collaborazione all'interno di COSMO è così articolata: l'organo supremo è lo Steering Committee che è composto da un rappresentante per paese e dialoga direttamente con lo Scientific Coordinator del Progetto. L'attività scientifica ed operativa è organizzata per gruppi di lavoro (*Working Groups*) presieduti da coordinatori (*chairman*) che si riuniscono periodicamente col coordinatore scientifico. Attualmente il Col. Massimo Capaldo di UGM è l'attuale *chairman* dello *Steering Committee* ed il Dr Carlo Cacciamani di ARPA-SMR coordina il gruppo di lavoro sulla *Verification*. Gli altri gruppi di lavoro sono coordinati da colleghi dei servizi meteorologici nazionali svizzero e tedesco.

Dal punto di vista organizzativo, la Grecia cura il sito *web* di COSMO ([www.cosmo-model.org](http://www.cosmo-model.org)) che contiene al suo interno una parte riservata allo scambio di informazioni interne tra i gruppi di lavoro. Nel corso del 2001 è inoltre stata avviata la pubblicazione delle COSMO *Newsletters* e dei *Technical Reports* (entrambi disponibili in rete).

Una volta all'anno si tiene il meeting generale COSMO durante il quale vengono discussi i risultati delle attività di sviluppo, gli aspetti organizzativo-gestionali e vengono definite e pianificate le attività per l'anno successivo.

COSMO partecipa inoltre alle attività di SRNWP per il coordinamento con gli altri gruppi modellistici europei.

## Il progetto italiano LAMI

*Lokal Modell* è senza dubbio uno dei modelli non-idrostatici più evoluti, come si può peraltro dedurre dal fatto che in Svizzera ed in Germania è già completamente operativo, ma è comunque un modello in forte evoluzione sia dal punto di vista numerico che dal punto di vista delle parametrizzazioni legate alla descrizione dei fenomeni non esplicitamente risolvibili.

Per ciò che riguarda lo schema di assimilazione dati, *Lokal Modell* utilizza uno schema di "nudging" che prevede l'inserimento delle osservazioni, tramite un rilassamento newtoniano, durante un periodo di pre-integrazione del modello di 12 ore. Gli schemi di nudging, già sperimentati presso ARPA-SMR (Cacciamani C., D. Cesari, F. Grazzini, T. Paccagnella and M. Pantone, 2000), sono particolarmente indicati per LAM ad alta risoluzione in quanto, pur non essendo troppo complessi da implementare, riescono ad introdurre strutture meteorologiche locali in campi già ben definiti a scala sinottica dagli schemi di assimilazione dati dei GCM.

Dal punto di vista informatico LM presenta molti aspetti positivi in quanto è stato progettato per essere facilmente implementabile sulle diverse piattaforme di calcolo, da semplici workstation monoprocesso a sofisticate macchine parallele a memoria non condivisa. Il codice è infatti scritto in Fortran 90 standard ed è parallelizzato in MPI (Message Passage Interface) che, pur complicando la scrittura del modello, ne garantisce un ottimo livello di portabilità.

## Attuale suite operativa di Lokal Modell/LAMI

*Lokal Modell* è stato installato sulle macchine del CINECA all'inizio del 2000 e, a maggio dello stesso anno, è iniziata l'attività di sperimentazione pre-operativa del modello con una corsa al giorno a 7 km di risoluzione. Durante la seconda parte dell'anno LM è stato implementato anche sul sistema IBM sp3 del CINECA che ha consentito, dall'inizio del 2001, di dare avvio alla vera attività pre-operativa per la valutazione del prodotto e per l'ottimizzazione di tutte le procedure a monte ed a valle del modello.

Attualmente *Lokal Modell* esegue due corse al giorno su 64 processori IBM sp3, partendo dalle 00 e dalle 12 GMT, a una risoluzione di 7 km in orizzontale e di 35 livelli verticali tra la superficie e 20 hPa (circa 23.000 metri di quota).

Le condizioni iniziali ed al contorno vengono estratte dai campi analizzati e previsti dal modello globale tedesco, denominato GME, inviati direttamente dal DWD al CINECA non appena disponibili. La catena operativa di GME, che attualmente fornisce campi ad una risoluzione orizzontale di 50 km, è stata ottimizzata allo scopo di fornire condizioni iniziali ed al contorno per *Lokal Modell* in tempi operativi ai paesi aderenti a COSMO.

Al termine delle integrazioni, l'output di *Lokal Modell* viene post-elaborato e

vengono predisposti i data-set per la distribuzione dei prodotti ad ARPA-SMR, UGM ed alle regioni che contribuiscono all'attività tramite il progetto Modellistica. I campi e parametri previsti vengono quindi visualizzati ed archiviati per consentire le elaborazioni di verifica oggettiva della qualità (Cacciamani e Paccagnella, 1999).

La completa sostituzione dei prodotti di LAMBO con quelli di *Lokal Modell* avverrà gradualmente ed al termine di un periodo di valutazione comparata dei due modelli. La valutazione sarà effettuata in modo soggettivo, da parte delle varie sale previsioni di UGM, ARPA-SMR e degli altri servizi meteo regionali che collaborano al progetto, ed in base alle indicazioni fornite dall'attività di verifica oggettiva con indici statistici (Cacciamani e Paccagnella 1999).

### Sviluppi futuri

La partecipazione all'attività di sviluppo di *Lokal Modell* da parte di ARPA-SMR, UGM, ed altre regioni italiane, vengono pianificate su base annuale all'interno del coordinamento COSMO. Gli impegni principali per il 2002 saranno relativi all'assimilazione dati tramite nudging, alla verifica delle precipitazioni ed allo sviluppo di alcune parti della numerica. La collaborazione all'interno di LAMI dovrebbe consentire di avviare la sperimentazione della nuova catena con assimilazione dati durante la seconda parte del 2002. Nei prossimi mesi dovranno essere inoltre completate le procedure di post-elaborazione del modello per l'estrazione di tutte le informazioni necessarie sia a livello previsionale che da ulteriori catene modellistiche a valle quali quelle ambientali ed idrologiche.

Nel corso del 2002 dovrebbe inoltre iniziare la sperimentazione su casi studio di *Lokal Modell* ad una risoluzione ancora più elevata, di circa 2.5 km, come supporto ad attività modellistiche di vario tipo a scala veramente locale.

### Tampone 1

*Enti regionali e provinciali che, attraverso il progetto "MODELLISTICA", concorrono al progetto LAMI*

Regione Piemonte

– Direzione Generale Servizi Tecnici di Prevenzione

Regione Veneto

– ARPAV – Centro Meteorologico

Regione Marche

– Servizio Protezione Civile

Regione Liguria

– ARPAL - Centro Meteorologico

Regione Lombardia

– Direzione generale opere pubbliche, politiche per la casa e protezione civile

– ERSAL-Servizio Agrometeorologico Regionale

Provincia autonoma di Trento

– Ufficio neve, valanghe e Meteorologia

## Bibliografia

Cacciamani C., D. Cesari, F. Grazzini, T. Paccagnella and M. Pantone (2000). *Numerical simulations of intense precipitation events south of the Alps: sensitivity to initial conditions and horizontal resolution*. *Meteorol. and Atmos. Physics*, Vol. 72, N.2-4,2000.

Cacciamani Carlo e Tiziana Paccagnella 1999. La previsione meteorologica: il valore, le nuove frontiere, l'impegno di ARPA-SMR. ARPA rivista, Novembre-Dicembre 1999.

Paccagnella Tiziana, 1995. Operativo un modello ad area limitata presso il Servizio Meteorologico dell'Emilia-Romagna. AER, 10/'95.





## Piano provinciale di localizzazione dell'emittenza radio e televisiva della provincia di Piacenza: censimento delle sorgenti e misure di campi elettromagnetici<sup>1</sup>

S. Fabbri, S. Violanti, F. Frigo, L. Orlandini, C. Tagliaferri,  
V. Antonini, C. Cremonesi

ARPA, Sezione Provinciale di Piacenza

La Legge Regionale 31.10.2000 n. 30 della Regione Emilia-Romagna ha introdotto un nuovo quadro normativo in applicazione del D.M. 381/98, per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico. Con questa nuova Legge, la Regione ha affidato alle Province il compito di dotarsi di un Piano Provinciale di localizzazione dell'emittenza radio e televisiva, in coerenza con il Piano Nazionale di assegnazione delle frequenze e nel rispetto dei limiti fissati dal D.M. 381/98; il Piano Provinciale, che costituirà il quadro pianificatorio sovraordinato al quale la pianificazione urbanistica comunale dovrà adeguarsi, dovrà contenere una serie di divieti e di eventuali deroghe, i cui criteri sono stati precisati da una successiva Direttiva Regionale approvata con D-GR 20.2.2001 n. 197.

Tra i divieti previsti dalla L.R. 30/2000 e successivamente precisati dalla Direttiva, sono compresi gli ambiti classificati come territorio urbanizzato o urbanizzabile a prevalente funzione residenziale o a servizi collettivi e una contigua fascia di rispetto di 300 m, i parchi urbani, le zone A dei parchi e delle riserve naturali, le aree destinate ad attrezzature sanitarie, assistenziali, scolastiche e sportive; sono poi vietate le installazioni su edifici scolastici, sanitari ed a prevalente destinazione residenziale, su edifici vincolati o classificati di interesse storico architettonico e monumentale, nonché su edifici di pregio storico, culturale e testimoniale.

La L.R. 30/2000 prevede inoltre la costituzione di un Comitato Tecnico Provinciale per l'emittenza radio e televisiva, con il compito di collaborare con la Provincia nella predisposizione del Piano.

Per raccogliere le informazioni necessarie alla stesura di una proposta di Piano Provinciale, la Provincia di Piacenza, in stretta collaborazione con la Sezione Provinciale dell'ARPA, ha provveduto ad avviare un censimento dettagliato degli impianti esistenti, sulla base delle caratteristiche contenute nelle relative Concessioni approvate dal Ministero delle Comunicazioni, trasmesse dall'Ispettorato Territoriale dell'Emilia Romagna del Ministero, e successivamente riordinate ed elaborate da ARPA.

### Censimento dei siti e delle installazioni presenti sul territorio

Il censimento ha previsto una doppia campagna di rilievi condotti direttamente nei siti degli impianti esistenti: da un lato una campagna di misura del campo e-

<sup>1</sup> Lavoro completo presentato al Convegno Nazionale di Radioprotezione-Airp: *Dosimetria personale ed ambientale* La Maddalena, 26 – 28 settembre 2001.

lettromagnetico rilevato nell'ambiente e in prossimità delle abitazioni più vicine ad ogni impianto, condotta direttamente da ARPA e tesa anche ad individuare le frequenze e le emittenti effettivamente attive tra quelle autorizzate ed eventuali frequenze non previste dal catasto del Ministero. Una seconda e contestuale campagna di osservazioni è stata condotta in sito per localizzare topograficamente e con precisione le installazioni, ubicandole sulla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5000, e definire le caratteristiche ambientali e antropiche del territorio circostante, in termini di destinazione ed uso abitativo permanente o saltuario dei fabbricati più vicini, uso reale del suolo, condizioni di accessibilità dell'installazione, condizioni di manutenzione, presenza di protezioni o recinzioni, impatto visivo; di ogni installazione è stata poi prodotta una adeguata documentazione fotografica. Tutte le informazioni raccolte su ogni sito ed ogni installazione sono state sintetizzate in 2 schede contenenti i relativi estratti topografici in scala 1:5000 e 1:2000.

Contemporaneamente la Provincia ha verificato l'aggiornamento della topografia dei luoghi riportata nella CTR 1:5000 con l'ausilio di ortofoto digitali (AIMA 1996) e dei sopralluoghi in sito; ha poi verificato sugli strumenti urbanistici vigenti dei Comuni interessati la destinazione dei suoli ricadenti in un congruo intorno di ogni installazione, e sul Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) la presenza di vincoli ambientali e territoriali, allo scopo di controllare la congruenza dei siti esistenti con i divieti e le limitazioni previste dalla normativa. Tutte le informazioni acquisite sono state infine inserite in un opportuno GIS e restituite sia in forma tabellare che cartografica.

### Riconoscimento delle emittenti

Partendo dalle informazioni contenute nel catasto del Ministero delle P.R.T.T. e dagli elaborati predisposti al termine di una campagna sul territorio provinciale effettuata da ARPA Sezione di Piacenza nel periodo 1990 - 1994, si è proceduto alla verifica ed al controllo di ciascun sito.

Il riconoscimento delle emittenti presenti sulla singola installazione è stato effettuato attraverso un sistema di misura per analisi spettrale.

In corrispondenza di siti complessi è stata effettuata l'analisi in frequenza in più punti per potere associare l'emittente all'esatta installazione. Sono state inoltre segnalate le frequenze di emissione non riconosciute in quanto rilevate, ma non presenti sul catasto ministeriale.

In ogni sito sono state effettuate misure di campo elettromagnetico in banda larga anche al fine di una verifica del rispetto dei limiti e dei valori di cautela stabiliti dal D.M. n. 381 del 1998. A tale scopo si è fatto riferimento al valore efficace di campo elettrico, in quanto in condizioni di campo lontano, l'intensità di campo elettromagnetico può essere indifferentemente individuata fornendo il valore di campo elettrico (E), o magnetico (H), o di densità di potenza (S).

I punti di misura sono stati posizionati in corrispondenza delle zone di massimo irraggiamento degli impianti ed in prossimità o, quando possibile, all'interno delle zone di pertinenza delle abitazioni presenti nelle vicinanze.

Lo strumento impiegato per le misure a banda larga è costituito dal misuratore di campo della Wandel & Goltermann mod. EMR-300, corredato di sonda per campo elettrico.

Le misure sono state effettuate secondo quanto previsto dal D.M. 381/98, dalla

“Guida tecnica per la misura di campi elettromagnetici compresi nell’intervallo di frequenza 100 kHz - 3 GHz in riferimento all’esposizione della popolazione” (documento ANPA RTI CTN\_AGF 1/2000) e dalle Linee Guida CEI 211-7:2001-01. I risultati delle misure sono stati poi sintetizzati su schede con estratti cartografici in scala 1:2000.

### Riepilogo dell’attività di misura

Il censimento ha interessato 35 siti, conformemente alla classificazione adottata dalla Provincia, di cui attualmente 6 risultano dismessi (nessuna emittente in attività), per un totale di 68 installazioni (8 dismesse).

Sono state effettuate misure in banda larga in 121 punti i cui risultati sono riportati in Tabella 1 e nelle Figure 1 e 2.

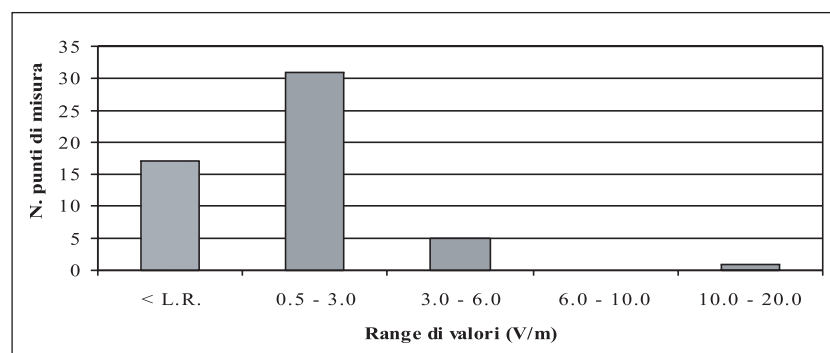
Per i punti di misura localizzati nelle aree di pertinenza di abitazioni e loro immediate vicinanze si è considerato come valore di riferimento il valore di cautela fissato all’art. 4 del D.M. 381/98 pari a 6 V/m, mentre per gli altri il valore limite, di cui all’art. 3 dello stesso Decreto, pari a 20 V/m.

Nel caso delle zone con superamento del 75% del valore limite (siti critici) sono già stati effettuati o lo saranno a breve, controlli più accurati al fine di una verifica dell’effettivo superamento.

L’attività svolta da ARPA, relativamente alle misure di campi elettromagnetici, è stata raccolta in un CD dal titolo “Campagna di monitoraggio dei campi elettromagnetici in corrispondenza di emittenti radiotelevisive nella provincia di Piacenza”.

**Tabella n. 1 - Riassunto dell’attività di misura**

Limite (V/m)	N punti di misura	N superamenti
6	54	1
20	67	0



**Figura n. 1 - Valori misurati in zone con valore di riferimento pari a 6 V/m**

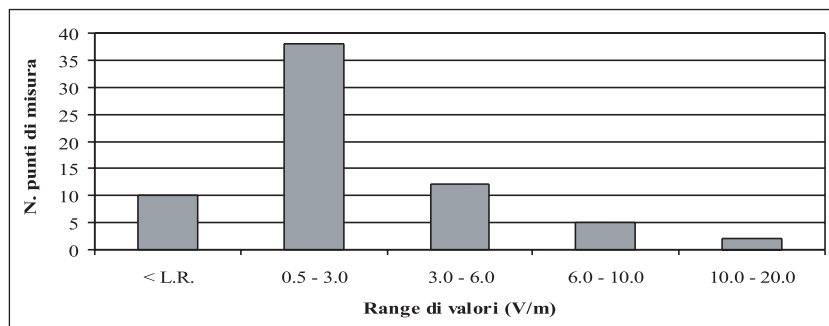


Figura n. 2 - Valori misurati in zone con limite pari a 20 V/m

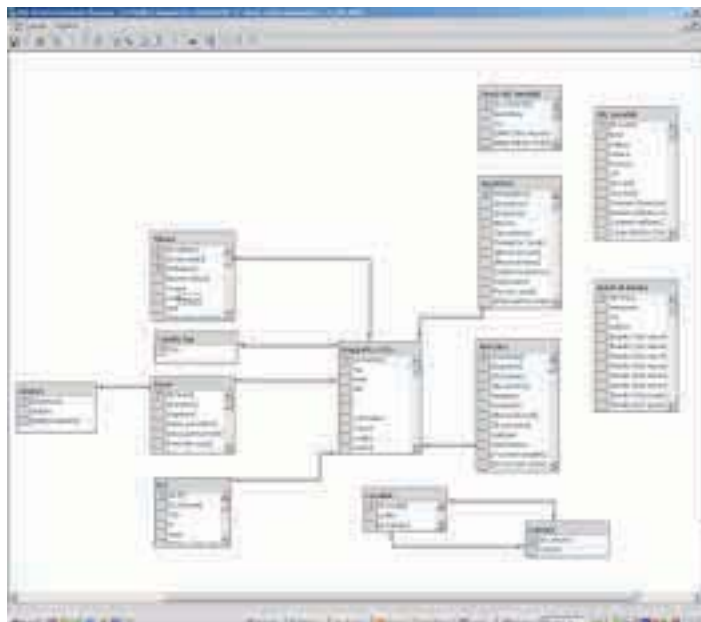
## Catasto delle sorgenti NIR: *Data Base* e GIS

**Monica Angelucci**, *Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Umbria*  
**Roberto Crea**, *Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Umbria*  
**Patrizia Di Stefano**, *Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Umbria*

### Introduzione

La recente diffusione sul territorio degli impianti per le comunicazioni wireless ha reso sempre più impellente la necessità di censire la presenza sul territorio di tutte le sorgenti di radiazioni non ionizzanti. La realizzazione del catasto delle sorgenti NIR è un passo indispensabile per acquisire le conoscenze sulla distribuzione e sulle caratteristiche delle sorgenti presenti nel territorio regionale. Queste informazioni sono necessarie per poter valutare, sul territorio, i livelli di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico e conseguentemente l'esposizione della popolazione. I dati desumibili da un catasto hanno molteplici applicazioni:

- la conoscenza delle caratteristiche degli impianti permette valutazioni teoriche in grado di stimare i livelli dei campi sul territorio;
- la conoscenza della dislocazione sul territorio degli impianti e le loro dimensioni sono strumenti utili per studiare una corretta pianificazione del piano di sviluppo degli impianti stessi;
- la conoscenza della distribuzione degli impianti sul territorio e le caratteristiche abitative del territorio stesso permettono di poter studiare e programmare in maniera organica gli interventi di vigilanza e controllo, competenze primarie dell'ARPA.



## Il Data Base

Per raggiungere l'obiettivo di una gestione del catasto semplice e pratico è stato realizzato un data base SQL *Server 2000* interfaccia *Microsoft Access 2000*.

Il data base è studiato per inserire sia dati relativi a sorgenti ad alta frequenza (telefonia mobile, radiotelevisione, ecc.) che a bassa frequenza (linee elettriche, cabine di trasformazione, ecc.). La struttura è pensata in modo tale che i due sistemi di sorgenti le cui caratteristiche sia tecniche che di emissioni sono differenti siano, pur all'interno dello stesso catasto, del tutto separate.

La struttura parte dalla definizione del sito. Questo è inteso come il luogo stabilito dalla identificazione di tutte le caratteristiche geografiche (provincia, comune, località, indirizzo, quota sul livello del mare, coordinate) ove sorgono uno o più impianti. Dal sito sono poi identificabili gli impianti presenti con specificate tutte le caratteristiche tecniche dei sistemi radianti (antenne, linee elettriche, ecc). Sempre dal sito è possibile accedere alle misure di controllo e vigilanza effettuate dall'Agenzia anche esse georeferenziate.

Il data base è pensato per essere consultabile dal personale dell'Agenzia che, distribuito su tutto il territorio regionale, ha un ruolo di interfaccia con il pubblico e le amministrazioni locali e deve quindi poter accedere ai dati del catasto. Attraverso una rete intranet potrà essere reso consultabile anche ad altri soggetti, come ad esempio gli uffici politiche territoriali ambiente e infrastrutture della regione che hanno dato un contributo alla raccolta dei dati del catasto stesso. Inoltre, attraverso la rete *internet*, il grande pubblico può accedere a quelle informazioni contenute nel database che permettono la localizzazione del sito e la quantificazione dei siti presenti in una determinata parte del territorio regionale.

## La georeferenziazione

Come già accennato, l'integrazione delle problematiche elettromagnetiche in un sistema informativo congiuntamente alla georeferenziazione delle sorgenti, consente una visione della distribuzione globale in relazione ad aree adibite alla permanenza quotidiana, e permette la predizione, con buona accuratezza, ed il monitoraggio delle caratteristiche espositive. La georeferenziazione è una parte essenziale della costruzione del data base del catasto delle sorgenti NIR. Per la raccolta e l'aggiornamento dei dati è stato impostato un sistema su tecnologia GPS. La tecnologia dei GPS GIS si sta velocemente sviluppando con e-

spansione verso i palmari con evidenti vantaggi per praticità, potenzialità e abbattimento dei costi.

Per il sistema in questione è stato scelto il palmare della Trimble, per le ottime prestazioni, la flessibilità e non ultimo, la robustezza.

Il palmare *GeoExplorer 3* della *Trimble* permette la costruzione al suo interno di un database per la raccolta dei dati. Il database ricalca la struttura (parte anagrafica) di quello generale sopra esposto, in modo da poter "sincronizzare" i due sistemi.

I dati così raccolti vengono scaricati e corretti differenzialmente e successivamente mediante una routine accodati nel *database*.



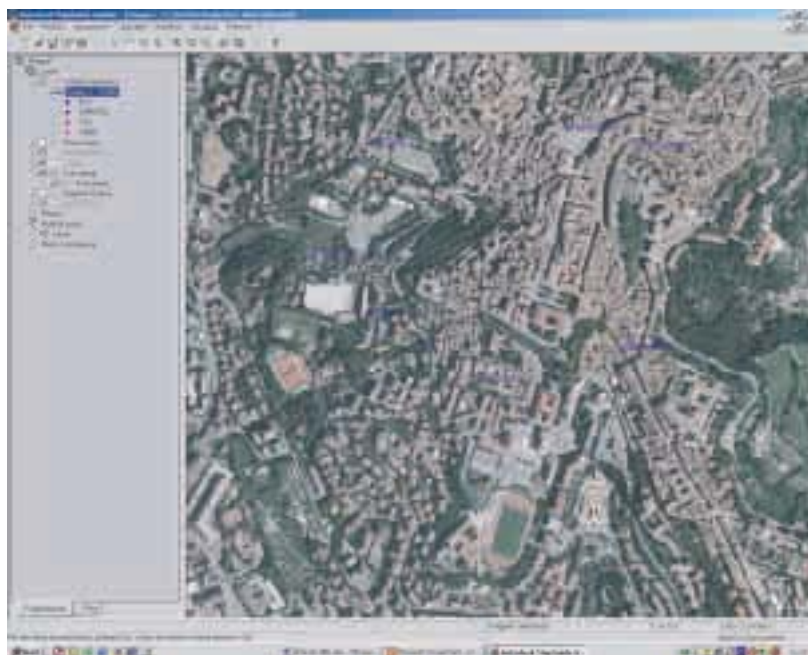


Per la visualizzazione e la consultazione è stato costruito all'interno del Sistema Informativo Territoriale dell'Agenzia un sistema distribuito che permette agli utenti interessati di esaminare in ogni momento la situazione del catasto delle sorgenti.

Per fare questo è stato scelto il prodotto dell'Autodesk MapGuide che permette la distribuzione sia

in Internet sia in Intranet, con un semplice browser.

Il sistema collega direttamente la cartografia al database, visualizzando e interrogando le informazioni.



Il sistema prevede più tipi d'interrogazione:

- per la localizzazione, quindi con filtri per comune, per codice punto, per tipo punto, per CTR 10.000;
- per conoscere le informazioni alfanumeriche presenti nel database e quindi selezionare tutti i dati di una certa area od entro una certa distanza da ecc.

Ovviamente il sistema appena "rodato" è completamente aperto e pronto a successive implementazioni.





## Monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico emesso da stazioni radio base nella provincia di Rimini

S. R. de Donato, M.T. Bagli, P. Bevitori, L. Ronchini,  
M. Ricciotti, R. Vecchione, M. Stambazzi

ARPA Emilia-Romagna Sezione di Rimini

### Introduzione

A seguito di un protocollo d'intesa fra Provincia di Rimini, ARPA, AUSL e Gestori di telefonia mobile, la Sezione di Rimini di ARPA ha realizzato un monitoraggio estensivo dei livelli di campo elettrico prodotto da Stazioni Radio Base attive nei territori dei comuni firmatari l'intesa. In particolare sono risultati interessati all'indagine 16 dei 20 Comuni della Provincia di Rimini. L'obiettivo primario del progetto era definire lo stato dell'inquinamento elettromagnetico all'interno degli edifici abitativi ubicati nelle immediate vicinanze degli impianti di Stazioni Radio Base. L'impostazione metodologica dello studio ha previsto lo sviluppo delle seguenti attività:

1. creazione e aggiornamento di un archivio di tutte le SRB attive sul territorio provinciale comprensivo di tutte le caratteristiche tecniche;
2. localizzazione delle SRB attive su cartografia digitalizzata;
3. inquadramento, nell'intorno di ogni SRB, degli edifici più esposti attraverso algoritmi di simulazioni al computer dei livelli di campo elettrico generato dalle stesse;
4. pianificazione e realizzazione di una campagna di misure negli edifici ritenuti significativi all'intorno delle SRB per quantificare il livello di campo elettrico esistente.

### Normativa

L'installazione degli impianti fissi di telefonia mobile (Stazioni Radio Base) è regolamentata dal *Decreto n° 381 Del Ministero dell'Ambiente del 10 Settembre 1998* "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana" e dalla Legge Regionale dell'Emilia-Romagna n° 30 del 31 Ottobre 2000 "Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico".

I limiti previsti dal Decreto 381/98 per le Stazioni Radio Base da rispettarsi in qualunque punto accessibile agli individui della popolazione sono:

Frequenza $f$ (MHz)	Valore efficace di intensità di campo elettrico $E$ (V/m)	Valore efficace di intensità di campo magnetico $H$ (A/m)	Densità di potenza dell'onda piana equivalente (W/m <sup>2</sup> )
$> 3 \div 3000$	20	0.05	1

Inoltre è previsto il rispetto del valore di **6 V/m** (valore di cautela) in corrispondenza di edifici adibiti a permanenza di persone per almeno 4 ore giornaliere.

### **Creazione di un archivio stazioni radio base (SRB)**

Il progetto ha richiesto l'ideazione e la realizzazione di un archivio di tutte le SRB attive sul territorio della provincia di Rimini in modo che contenesse tutte le informazioni sugli impianti e le caratteristiche tecniche delle antenne. Per l'utilizzazione dell'archivio, in riferimento alle attività di ARPA, il *DataBase* è stato corredato di coordinate geografiche e collegato all'ambiente cartografico GIS. In tutta la Provincia di Rimini sono risultati attivi 127 impianti di cui 34 nei Comuni interessati dalla presente indagine.

### **Realizzazione di una campagna di misura in edifici in prossimità di stazioni radio base**

È stata progettata e realizzata una campagna di misurazioni in prossimità di ogni sito ospitante Stazioni Radio Base per conoscere i reali livelli di inquinamento da campo elettromagnetico presenti in corrispondenza di edifici adibiti a permanenza di persone non inferiore alle quattro ore. Il progetto ha richiesto varie fasi di sviluppo che di seguito vengono descritte.

#### **a) Valutazione campi elettrici teorici**

Partendo dai dati di progetto degli impianti attivi sono stati valutati i livelli di campo elettrico generati da ogni SRB in un intorno di circa 200 m dalla stessa, considerando anche l'eventuale contributo, al campo elettrico totale, di altri impianti presenti. Per fare ciò è stato utilizzato un programma di calcolo, sviluppato dall'ARPA di Rimini, che tiene conto di tutte le caratteristiche tecniche degli impianti (collocazione, altezza, direzione di puntamento e l'inclinazione verso terra delle antenne, potenza e numero di canali dell'impianto, diagrammi di irradiazione). È da sottolineare come le stime effettuate a partire dai dati di progetto si configurino in realtà come estremamente cautelative in quanto, per i calcoli teorici, vengono impostati tutti i parametri dell'impianto come se questo dovesse funzionare al massimo della potenza e con tutti i canali attivati, condizione non rappresentativa dello standard di funzionamento di questo tipo di impianti. Mediante il programma di calcolo è stato possibile costruire le curve di isolivello di campo elettrico a varie quote a partire dall'altezza del centro elettrico di ogni impianto degradando a passo di 1 m fino ad altezze interessate da valori di campo elettrico uguale a 3 V/m.

#### **b) Identificazione degli edifici di interesse**

Mediante confronto tra le curve di isolivello di campo elettrico calcolato e la cartografia in scala 1:2000, indicante gli edifici presenti nell'intorno delle SRB e l'altezza degli ultimi piani abitativi, è stato possibile individuare tutte quelle abitazioni che maggiormente risentono dell'influenza degli stessi impianti tenendo in considerazione l'intersezione degli edifici con le aree in cui potenzialmente si può riscontrare un superamento della metà del limite (3 V/m) stabilito dal DM 381/98. Scegliendo di monitorare un edificio per ogni SRB attiva, si è proceduto alla scelta degli edifici oggetto di misurazione considerando lo stabile con il valore di campo elettrico teorico più alto; laddove tale edificio risultava essere il sito sede dell'impianto di telefonia mobile si è scelto di effettuare misurazioni anche in una ulteriore abitazione tra quelle maggiormente esposte.

Per i casi in cui non sono stati evidenziati edifici esposti ai livelli di campo elettrico uguale o superiore ai 3V/m, si è proceduto alla scelta dell'edificio più alto, nell'intorno di ogni SRB, mediando tra le caratteristiche di vicinanza e di ubicazione lungo le direzioni di irradiazione delle antenne. Inoltre per i casi in cui non sono stati evidenziati edifici limitrofi a quegli impianti localizzati in zone più isolate del territorio, ad esempio in zone rurali, si è scelto di effettuare ugualmente delle misurazioni nelle immediate vicinanze all'impianto stesso.

### c) Realizzazione del monitoraggio

Negli edifici scelti, le misurazioni sono state eseguite nei piani abitativi più alti e nel locale dell'abitazione più significativo per esposizione (permanenza di almeno quattro ore giornaliere) e per livelli di campo elettrico presente. Ogni edificio ha previsto due misurazioni una nel primo ed una nel secondo semestre dell'anno. Le misurazioni sono state eseguite secondo la normativa vigente ed in particolare seguendo quanto indicato nelle linee guida ministeriali applicative del D.M. 381/98.

### Realizzazione cartografica del progetto

La cartografia digitalizzata è stata realizzata con tecnologia GIS considerando le carte tecniche regionali digitalizzate della provincia di Rimini scala 1:5000. Su questa base sono stati realizzati dei *temi* georeferenziati che contengono le informazioni del progetto. In particolare è stata identificata l'esatta collocazione di ogni impianto SRB attivo con l'indicazione delle direzioni di puntamento delle antenne adottando una diversa convenzione cromatica per i diversi gestori. Ogni impianto è associato ad una specifica tabella, contenente tutte le caratteristiche tecniche dell'impianto e del sito dell'installazione, nonché ad un'immagine fotografica che ritrae sito e impianto. Sono inoltre riportati sulla cartografia i *temi* che concernono gli edifici interessati nel progetto distinti, mediante diversa simbologia, come di seguito indicato:

- edifici con superamento teorico dei 3V/m;
- edifici con superamento massimo fra quelli con superamento dei 3V/m;
- edifici oggetto di misurazione.

### Risultati

Sugli edifici individuati per le valutazioni strumentali sono state effettuate due misurazioni (una per semestre) nel corso dell'anno 2001.

Le due campagne di misurazione hanno permesso di conoscere il livello d'esposizione a campi elettromagnetici della popolazione residente in prossimità Stazioni Radio Base di telefonia mobile nel territorio di alcuni comuni della provincia di Rimini.

Sono state effettuate in totale 69 misurazioni (34 nel I semestre e 35 nel II semestre).

Dalle misurazioni effettuate risulta che in nessun caso viene superato il livello di cautela per il campo elettrico, fissato in 6V/m dal D.M. 381/98. Si verifica inoltre che nei due semestri di misura, circa l'88% dei casi e l'86% dei casi rispetti-

vamente sono al di sotto di 1.5 V/m. Al di sotto di 2 V/m troviamo il 94% dei casi esaminati nel corso del I semestre e il 91.5% dei casi esaminati nel corso del II semestre.

Il valore massimo riscontrato durante tutte le rilevazioni effettuate nel I semestre è risultato pari a 2.5 V/m. L'analogo valore massimo relativo al II semestre è risultato pari a 3.1 V/m.

## Il sistema informativo NIR: integrazione di catasto, cartografia e modellistica in ambiente GIS

Sergio Ledda, Enrica Bongio, Ugo Gasparino,  
Germano Mazzarello, Massimo Valle, Andrea Cogorno,  
Enzo Montagna, Giovanni Risso Amey, *ARPA Liguria*

### Riassunto

ARPAL ha sviluppato un sistema di supporto alle decisioni per le radiazioni non ionizzanti che ricopre, in un ambiente integrato, i diversi processi necessari a tradurre i dati relativi al catasto delle sorgenti in una stima dell'esposizione della popolazione. Il sistema informativo GIS si interfaccia a due archivi relazionali (radio/TV/telefonia ed elettrodotti) permettendo, oltre ad una loro consultazione sia alfanumerica che cartografica, la visualizzazione di "fasce di interesse" empiriche e l'estrazione delle caratteristiche tecniche delle sorgenti necessarie ad alimentare un set di strumenti modellistici previsionali. Oltre ai dati relativi alle sorgenti, i modelli più avanzati richiedono un'accurata descrizione topografica e catastale. In particolare per l'analisi della propagazione, riflessione e diffrazione di microonde in ambito urbano viene utilizzato un modello di *ray-tracing* tridimensionale che fa riferimento alla CTR tridimensionale della Regione Liguria (scala 1:5000). Un'intersezione con *layer* demografici, permette infine una stima interattiva della popolazione esposta.

### Le attività di ARPAL nel settore NIR

Con la L.R. 41/1999 e successive modificazioni ARPAL ha avuto, per conto della Regione, il compito di realizzare ed aggiornare il catasto degli impianti NIR. È stato inoltre affidato ad ARPAL il compito di verificare le perizie giurate preventive, che devono essere presentate dai gestori in occasione di nuove richieste di installazione e/o modifica di impianti. Tali perizie devono, fra l'altro, contenere le caratteristiche tecniche dell'impianto, la valutazione del campo elettromagnetico di fondo preesistente e una dichiarazione di conformità ai limiti imposti alle emissioni elettromagnetiche dalla normativa vigente, nonché la congruità dei livelli di esposizione effettivi – misurati dopo il collaudo dell'impianto – con quelli dichiarati nella perizia. L'impianto viene valutato da ARPAL in relazione alla massima potenzialità di emissione.

Per quanto riguarda gli elettrodotti nella procedura di autorizzazione ARPAL deve effettuare una valutazione tecnica relativa alla possibile esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

### La struttura del sistema

Poiché gli eventuali impatti ambientali, così come l'analisi dei rischi sulla salute in seguito all'esposizione a campi e/o radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti, sono ancora in discussione, si sta sviluppando un progetto il cui obiettivo è sviluppare un sistema d'informazione e degli strumenti di analisi in grado di

quantificare l'esposizione realizzando un tracciato dello "smog elettromagnetico". La realizzazione di una base di dati delle sorgenti NIR omogenea e validata è il punto di partenza per modellare il loro comportamento, stimare i campi indotti ed eventualmente incrociarli con la distribuzione della popolazione. Nel caso in cui nel catasto siano memorizzati anche i valori di eventuali misure sul campo (eseguite dall'ente di controllo, preferibilmente a banda stretta, e/o anch'esse estratte dalle perizie giurate), tali valori possono essere sfruttati per validare (o eventualmente calibrare a posteriori) gli strumenti modellistici.

I modelli utilizzati per il monitoraggio dei campi elettrici e magnetici, in grado di fornire una stima dell'esposizione all'inquinamento elettromagnetico, possono così venire alimentati interfacciandoli ai dati prettamente necessari al loro funzionamento (dati tecnici degli impianti) contenuti nel catasto delle sorgenti fisse NIR e, nel caso il modello sia in grado di tenerne conto, a una base cartografica in ambiente GIS (per poter estrarre le "condizioni al contorno", come, ad esempio, la presenza e le proprietà degli edifici circostanti). È stata quindi sviluppata la struttura relazionale del catasto che contiene le informazioni "anagrafiche" dei gestori, la posizione e le caratteristiche tecniche degli impianti, i valori delle misure effettuate nelle zone limitrofe agli impianti in fase di costruzione e collaudo di ogni singolo impianto, nonché i valori delle misure effettuate da ARPAL durante i controlli sul territorio. Il sistema informativo che si sta implementando è in grado non solo di permettere la consultazione e il dialogo con tali dati, ma anche un'integrazione della piattaforma modellistica, consentendo l'estrazione dei dati di input e l'importazione dei risultati in ambiente GIS (*Geographic Information System*), interfacciandoli con strumenti di visualizzazione in grado di favorire l'interpretazione dei risultati ed estrarre le caratteristiche necessarie a sviluppare una valutazione del fattore di "esposizione".

## I modelli di simulazione

Viste le diverse caratteristiche delle onde elettromagnetiche di interesse e dei limiti delle capacità di calcolo a disposizione nonché delle informazioni disponibili, sono stati analizzati diversi approcci complementari l'uno all'altro. È infatti impossibile pensare ad un unico strumento modellistico di validità universale, ma devono essere analizzati strumenti diversi, basati su approssimazioni diverse - ognuna con il proprio campo di validità, che permettano di coprire la vasta gamma di frequenza (in principio dai 50 Hz degli elettrodotti ai GHz della telefonia cellulare).

Nel caso di onde elettromagnetiche, l'approccio più semplice è l'applicazione di formule relative alla propagazione in *spazio libero* che possono essere utili per antenne isolate e in zone non urbane, tenendo conto del pattern di irraggiamento. Durante la loro propagazione, tuttavia, le onde possono venire diffratte (deviazione della direzione di propagazione causata dalla presenza di spigoli o fessure), riflesse da parte di ostacoli o trasmesse attraversando ostacoli (ad esempio, penetrando con potenze attenuate all'interno di edifici), mentre le rifrazioni sono usualmente trascurabili su brevi distanze. Tali fenomeni sono di particolare importanza per le stazioni radio base in zone urbane, tipiche della telefonia cellulare - frequenze tra gli 800 e i 2200 MHz, corrispondenti a lunghezze d'onda dell'ordine di alcune decine di centimetri. Essendo le lunghezze d'onda tipicamente minori della scala degli ostacoli incontrati, è possibile sfruttare le ap-

prossimazioni dell'ottica geometrica, simulando tale tipo di propagazione con tecniche di *Ray-Tracing*. Il segnale emesso dall'antenna viene scomposto su diversi raggi che, propagando indipendentemente l'uno dall'altro, vengono sottoposti ai fenomeni di diffrazione e riflessione potendo quindi raggiungere un medesimo punto seguendo traiettorie differenti. Una simulazione con il *Ray-Tracing* permette di tener conto di queste possibili traiettorie e di stimare il valore finale sommando i contributi dei singoli raggi. Rispetto a simulazioni che trascurano la presenza degli edifici circostanti, l'approccio del *Ray-Tracing* è decisamente più complesso. Per poter implementare simulazioni tridimensionali è infatti necessario avere a disposizione – oltre che la posizione e il pattern di irraggiamento tridimensionale dell'antenna, includendo l'orientamento e il tilt meccanico – un'accurata rappresentazione tridimensionale degli edifici circostanti (in principio sarebbe necessario anche specificare il materiale con cui tali edifici sono costruiti avendo, diversi materiali, diversi coefficienti di riflessione). In ARPAL viene utilizzato il *Ray-Tracing WinProp (wireless network planning software package)* che si basa su diversi moduli che l'utente può selezionare e combinare: calcolo del campo elettromagnetico con modelli empirici (ad esempio, il COST 231 *Extended Wallfish/Ikegami Model*), calcolo del campo elettromagnetico con *Ray-Tracing* tridimensionale (3D Intelligent), stima del campo elettromagnetico all'interno degli edifici con semplici modelli empirici di attenuazione.

Per quanto riguarda invece la problematica degli elettrodotti, per il calcolo del campo elettrico e dell'induzione magnetica si sta utilizzando un semplice programma, sviluppato da M.T. Cazzaniga e M. Tamponi in FORTRAN, basato sulla norma italiana CEI 211-4 del Luglio 1996 (approssimando il terreno, in assenza di ostacoli, come un piano perfettamente conduttore a potenziale zero e i conduttori come paralleli, rettilinei e infiniti). Le caratteristiche richieste sono, oltre il potenziale e l'intensità di corrente, la fase e disposizione nello spazio di ciascun conduttore, il numero di subconduttori e relativo *spacing* e diametro dei cavi.

## Conclusioni

Il sistema informativo realizzato ha richiesto un lungo lavoro di ottimizzazione ed a tutt'oggi è in fase di miglioramento e ottimizzazione. Le prove sono state effettuate su un'area geografica limitata del comune di Genova (zona Foce) per quanto riguarda la simulazione delle SRB, sul territorio della provincia di Savona per quanto riguarda il calcolo dei corridoi di massima per gli elettrodotti e sul territorio del comune di Celle Ligure per una visione complessiva in un ambiente ortograficamente complesso. I primi risultati dimostrano una risposta positiva del sistema, ma è ancora in corso un'accurata validazione quantitativa dei modelli con i valori misurati attualmente disponibili.





## Mappatura di campo elettromagnetico a livello strada nella città di Cuneo

**T. Marco**

ARPA Piemonte

### Introduzione

La grande diffusione dei sistemi di telecomunicazione basati sulla radio trasmissione, ha generato una crescente richiesta di informazioni da parte della popolazione, dei *mass media*, delle Autorità e Istituzioni che svolgono attività di protezione della salute e dell'ambiente. A tal scopo, molti enti hanno identificato i limiti di esposizione e i metodi di monitoraggio e controllo dei livelli di fondo elettromagnetico.

Per fornire informazioni circa i valori medi di campo elettromagnetico, in relazione con l'attività umana, è stata sviluppata una procedura sperimentale di mappatura.

Essa è applicabile in ambiente urbano, sub-urbano e rurale, in concomitanza con l'uso di un generico strumento di misura per alta e/o bassa frequenza in banda stretta e/o larga.

I dati acquisiti sono stati elaborati e usati per creare una mappatura del campo elettromagnetico, con indicazione dell'errore percentuale di misura.

La procedura è stata valicata, testata e usata nella città di Cuneo.

Sono state prese in esame diverse trasmettenti RF per creare una mappa di campo magnetico ad alta frequenza in una gamma compresa fra 100 KHz e 2 GHz.

### Procedure sperimentali

Le procedure sperimentali consistono nel misurare il campo elettrico o magnetico nell'area da mappare, con metodologie di banda larga e/o stretta. Nel 1° caso si è utilizzata una sonda a banda larga, collegata ad un'unità di acquisizione dati. Nel 2° caso si è fatto ricorso a diversi tipi di antenne, collegate ad un analizzatore di spettro.

Una volta determinata l'area di interesse della mappatura, si è creata una griglia di misura di circa 150 m di lato, infittita fino 2,5 m di lato nei punti ritenuti più significativi.

In ognuno di questi sono state eseguite più misure a livello strada in banda larga e/o stretta (a seconda della vicinanza o meno delle sorgenti di campo) in diverse ore della giornata al fine di ricavare un dato puntuale medio che fosse rappresentativo del valore di campo presente.

Tutti i valori ottenuti sono poi stati inseriti su pc ed elaborati mediante interpolazione grafica.

### Risultati sperimentali

I risultati riportati nella mappatura appaiono sottoforma di scala cromatica in relazione ai vari livelli di intensità di campo misurati.

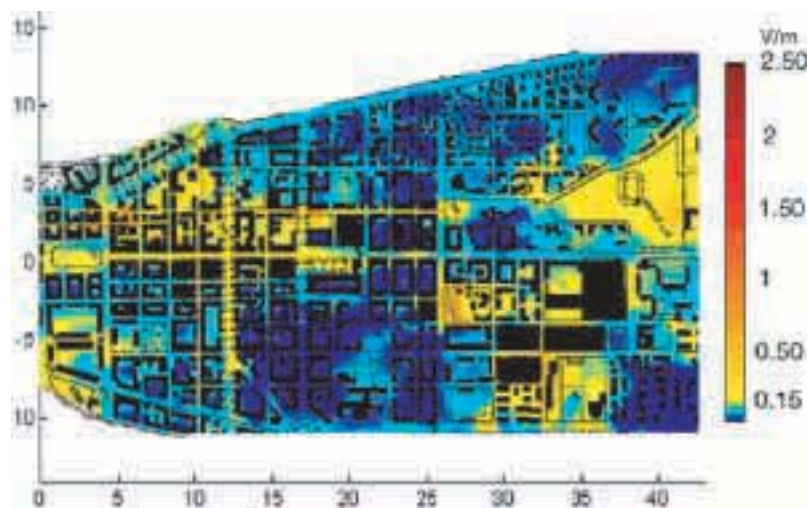
Fin dal 3/1/99, l'Italia ha adottato limiti per l'esposizione umana ai campi elettromagnetici ad alta frequenza.

Essi risultano essere rispettivamente 20 V/m e 0,05 A/m nella banda compresa tra 3 MHz e 3 GHz.

Nei luoghi in cui è previsto il soggiorno delle persone per più di 4 ore, tali valori vengono diminuiti a 6 V/m e 0,016 A/m nella banda di frequenza fra 100 KHz e 300 GHz.

Dalle misure effettuate i valori di campo elettrico a livello strada nella città di Cuneo risultano essere di molto inferiori ai limiti soprariportati.

Nella rappresentazione grafica sono state scelte tre scale di colore corrispondenti ai range 0-50 mV/m, 50- 150 mV/m e 150-2500mV/m.



## Procedure di intervento su allarme batteriologico

ARPA Friuli Venezia Giulia

A seguito degli attentati terroristici dell'11 settembre, che hanno colpito gli Stati Uniti d'America e dei primi casi di antrace verificatisi nello stesso paese, il Ministero della Salute con Circolare del 12 ottobre trasmetteva agli Assessori regionali della Sanità una serie di schede informative relative a possibili contaminazioni da agenti biologici di categoria A e da alcune categorie di agenti chimici responsabili di danno alla salute. Nella stessa circolare venivano indicate le procedure per le comunicazioni ai fini operativi in caso di evento dannoso da agente biologico, chimico e fisico nonché le modalità di segnalazione in caso di stati morbosi ed i relativi presidi da utilizzare.

Una successiva nota Ministeriale del 13 ottobre, forniva una prima serie di indicazioni per la gestione di materiali potenzialmente infetti e le procedure da utilizzare nel caso fosse rinvenuto materiale sospetto di contaminazione da "*Bacillus anthracis*".

La Direzione regionale della Sanità del Friuli Venezia Giulia provvedeva ad istituire con tempestività una "unità di crisi" per coordinare le varie strutture sanitarie e non, deputate ad eseguire interventi in caso di segnalazione di materiale sospetto e le relative procedure da adottare.

Nella "unità di crisi" venivano chiamati a partecipare funzionari tecnici dell'amministrazione regionale, dei Dipartimenti di Prevenzione delle Aziende Sanitarie, delle Aziende Ospedaliere, dell'ARPA, dei VV.FF. e alcuni esperti delle facoltà di Medicina di Trieste e Udine.

Questo gruppo di lavoro, presieduto dall'Assessore regionale alla Sanità, esaminati i suggerimenti che provenivano dal Ministero della Salute, provvedeva a definire una prima bozza di procedure di intervento in caso di allarme batteriologico.

Questa bozza iniziale di procedure di intervento veniva successivamente perfezionata a seguito delle ulteriori indicazioni che pervenivano dal Ministero della Salute.

Le procedure di intervento individuate dallo stesso Ministero con propria Circolare del 23 ottobre, veniva rielaborato dal Gruppo di lavoro regionale, inserendo il servizio "118" quale centro di pronto intervento a cui devono far capo tutte le segnalazioni di emergenza batteriologica e/o chimica e individuando alcuni laboratori in grado di eseguire analisi rapide sulle polveri sospette, al fine di ridurre al minimo eventuali trattamenti di profilassi con antibiotici.

Nei due schemi di flusso che la "unità di crisi" regionale ha definito e che sono riprodotti nei poster è prevista l'attivazione del "118" che avrà il compito di informare il "112", "113" e "115" e contemporaneamente allertare i Vigili del Fuoco e i Dipartimenti di Prevenzione delle AA.SS..

Ai Vigili del Fuoco competono le operazioni di prelievo e trasporto campioni ad uno dei laboratori ospedalieri individuati dall'Agenzia regionale della Sanità e ritenuti idonei (livello di sicurezza P<sub>3</sub>) a trattare ed analizzare campioni con presenza di antrace.

I campioni, al laboratorio di analisi, devono essere suddivisi in due aliquote, u-

na delle quali viene sottoposta ad analisi, mentre l'altra dopo sterilizzazione viene spedita all'Istituto Zooprofilattico di Foggia.

In caso di sospetto di contaminazione chimica, un'aliquota del campione sterilizzato viene trasmesso per le analisi all'ARPA.

L'ARPA partecipa anche alle operazioni di bonifica, in caso di spandimento di polveri sospette, con funzioni di supporto tecnico ai Dipartimenti di Prevenzione. Si è provveduto a dotare il personale dei Dipartimenti di mezzi di protezione personale, secondo le indicazioni di un gruppo di lavoro formato dai responsabili dei Servizi di Prevenzione e Protezione delle Aziende Sanitarie e dell'Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università degli Studi di Trieste.

La Direzione Generale dell'ARPA ha immediatamente istituito un servizio di Pronto intervento, articolato sui quattro Dipartimenti provinciali di Udine, Trieste, Pordenone e Gorizia, formato da una squadra di due tecnici (un Dirigente chimico o biologo ed un tecnico di laboratorio).

## Il progetto etere. Un sistema informativo territoriale per il controllo dei campi elettromagnetici

**Marco Vassanelli, Giampaolo Fusato, Pierluigi Mozzo**

*ARPAV - Osservatorio Regionale Agenti Fisici*

### *Sessione tematica Conoscenza*

Le attività delle Agenzie Ambientali in materia di controlli comprendono:

- i controlli puntuali sulle fonti di pressione (impianti, strade, scarichi, elettrodotti...);
- i controlli puntuali dello stato dell'ambiente in corrispondenza di recettori specifici (case, scuole...);
- i controlli sistematici sullo stato dell'ambiente, attraverso reti di rilevamento o campagne di misura, e lo sviluppo di un organico sistema conoscitivo ambientale.

In generale la 'domanda' di controlli, sia quella originata dalla normativa che quella proveniente dal pubblico, tende ad orientare la risposta sui controlli puntuali che richiedono sovente ampio consumo di risorse a fronte di modesti ritorni informativi. Questo accade regolarmente nel caso dell'inquinamento elettromagnetico, a causa della storia recente dello sviluppo normativo e, soprattutto, della grande sensibilità creatasi nel pubblico su questa problematica, con riflessi anche sulla legislazione italiana.

### **Il progetto "ETERE"**

A fronte di questa situazione, l'ARPAV ha pensato e sta realizzando uno strumento informatico di supporto ad una adeguata attività di controllo e monitoraggio, e che consente la mappatura territoriale del livello di campo elettromagnetico nel Veneto a partire dalla conoscenza della localizzazione (Fig. 1) e della tipologia tecnica delle sorgenti presenti:

- impianti per telefonia mobile (SRB);
- impianti radio televisivi;
- elettrodotti.

Tale progetto, che prende il nome di ETERE, avviato nel 1999 e attualmente in fase di realizzazione, oltre a proporsi come un valido strumento per l'attività di controllo, soprattutto per quanto riguarda gli impianti di telecomunicazione (SRB e radiotelevisivi), garantendo affidabilità e velocità nell'evasione del controllo stesso, si propone altresì di funzionare da catasto delle fonti potenzialmente inquinanti.

"ETERE", per come è stato pensato permette la:

- conoscenza sistematica dei valori di campo elettromagnetico presenti sul territorio, con evidenziazione di eventuali situazioni critiche. Tale conoscenza

- permette una razionale finalizzazione delle attività di controllo ed una risposta organica alla domanda di controlli 'puntuali';
- valutazione preventiva della recettività ambientale di un sito rispetto all'installazione di nuovi impianti;
- simulazione dell'efficacia in termini di risanamento di modifiche sul numero e sulle caratteristiche tecniche delle sorgenti;
- simulazione preventiva dell'impatto ambientale di provvedimenti normativi di regolamentazione dell'uso delle sorgenti;
- costruzione di indicatori sintetici di pressione e di stato rispetto all'inquinamento elettromagnetico.

Secondo la legge regionale del Veneto n° 29 del 1993, per la quale sono stati recepiti con delibera di Giunta Regionale i limiti nazionali del D.M. 381/98, maggiormente restrittivi di quelli previsti dalla legge all'epoca della sua emanazione, i gestori degli impianti di telecomunicazione sono tenuti a dare comunicazione degli impianti con potenze comprese tra i 7 Watt e i 150 Watt (tipiche della telefonia mobile) mentre, oltre i 150 Watt i gestori sono tenuti ad avere l'autorizzazione. Tenuto conto della necessità di censire gli impianti si è ritenuto di informatizzare l'archivio cartaceo costituendo un database contenente le informazioni relative sia agli aspetti tecnici che legali dell'impianto stesso. Lo *standard* definito da ARPAV per la comunicazione informatica degli impianti è stato recepito dalla circolare della giunta regionale dell'8 agosto 2000, in cui si precisa che i gestori sono tenuti a comunicare gli impianti in base alla L.R. 29/93, secondo le modalità individuate.



**Figura 1 - Localizzazione degli impianti per telefonia mobile in Veneto (inizio 2001)**

permette di utilizzare tale database come fonte da cui attingere i dati necessari per operare un controllo sui livelli di inquinamento prodotto dagli impianti di telecomunicazione.

È stato dunque sviluppato il *software* ETERE, un programma che, attraverso un

strumento *software* che

ARPAV ha provveduto a realizzare il database successivamente distribuito ai propri dipartimenti provinciali presenti sul territorio regionale e ai gestori stessi, permettendo un'interfaccia diretta ed estremamente efficace. I gestori degli impianti si trovano essi stessi a popolare il database utilizzato per costruire il catasto regionale. Contestualmente è stato progettato uno

algoritmo di calcolo elaborato da ARPAV, permette di effettuare simulazioni modellistiche in condizioni di campo lontano e libero senza considerare i contributi di riflessioni e diffrazioni dati dall'orografia del terreno e dei fabbricati, come situazione maggiormente cautelativa.

Un esempio di applicazione del *software* è dato in Fig. 2: si tratta del Centro storico della città di Verona con le zone censuarie, le Stazioni Radio-Base e i campi elettromagnetici prodotti da queste ultime.

I punti di forza del progetto ETERE sono essenzialmente due:

1. Il database su cui appoggia il *software* ETERE, tra i primi esempi di catasto nazionale degli impianti per telecomunicazioni contenente le caratteristiche tecniche degli stessi.
2. La carta tecnica regionale (CTR) in formato digitale, raster o vettoriale, contenente le informazioni sul territorio, utilizzabile da ETERE grazie all'ambiente GIS in cui è stato sviluppato.

Come detto, lo strumento ideato risulta estremamente efficace nell'attività di controllo in quanto permette oltre che la fotografia aggiornata sulla presenza nel territorio delle fonti inquinanti, anche di effettuare simulazioni per valutare lo stato di inquinamento del territorio, simulazioni che possono essere fatte sul piano orizzontale (Fig. 2) e verticale tenendo conto anche della conformazione degli edifici.



**Figura 2 - Centro storico della città di Verona con le zone censuarie, le Stazioni Radio-Base e il campo elettrico prodotto da queste ultime**

Unitamente a questa attività di controllo si unisce quella preventiva di valutazione sull'impatto inquinante dato dall'installazione di nuovi impianti.

Benché nella L.R. n° 29/93 gli impianti sotto i 150 Watt non siano tenuti ad ave-

re l'autorizzazione per l'installazione, di fatto molti Comuni del Veneto richiedono anche in questo caso ai gestori di presentare una valutazione preventiva sul livello di campo elettrico introdotto da una nuova installazione. Tale compito è in gran parte affidato ad ARPAV, che con ETERE si trova nelle condizioni di poter al meglio valutare l'effetto di un nuovo impianto alla luce delle effettive presenze di installazioni nel territorio.

### **Lo stato attuale del progetto "ETERE"**

Il *software* ETERE ha attualmente raggiunto la 4<sup>a</sup> *release*, che è stata distribuita a tutti i Dipartimenti provinciali dell'Agenzia presenti sul territorio veneto. Il suo utilizzo è oramai consolidato per quanto riguarda i controlli e le simulazioni preventive, e grazie ad esso è in fase di completamento il catasto informatico degli impianti per telefonia cellulare, che conclude la prima fase del progetto. Sono previste modifiche del *software* ideato in base alle esigenze che vanno emergendo e si prevede di completare un catasto informatico anche per quanto riguarda gli impianti radiotelevisivi.

È in previsione, trascorso un opportuno periodo di valutazione del sistema messo in essere, l'implementazione su *web* del database a cui ETERE attinge per ciò che attiene le informazioni sugli impianti. Così facendo si vuole snellire e velocizzare i tempi di comunicazione degli impianti ai sensi della L.R. 29/93, mediante popolamento del database direttamente a cura dei gestori degli impianti, con il vantaggio d'avere una fotografia della presenza sul territorio delle SRB e degli impianti radiotelevisivi praticamente in tempo reale.



## Pollini-Liguria. Realizzazione di una rete per il monitoraggio-previsione-comunicazione della concentrazione dei pollini allergenici

C. Grillo, D. Alletto, E. Carlini, M. Molina, L. Occhetto,  
D. Viglione, *ARPA Liguria*

L'A.R.P.A.L. ha dato avvio alla realizzazione di una rete ligure per il monitoraggio-previsione-comunicazione della concentrazione dei pollini allergenici, con lo scopo di allargare la diffusione delle informazioni aerobiologiche affinché raggiungano tutti i soggetti interessati alla problematica.

Il primo impegno è consistito nell'estendere a ciascun Dipartimento provinciale le stazioni di monitoraggio; risultano, attualmente, attivi centri di Genova, Savona (operativi dal 2001), La Spezia (operativo dal 1991). È in via di attivazione il centro di monitoraggio di Imperia (si sta acquisendo la strumentazione).

La realizzazione di tale rete ha percorso, gradualmente e in successione, le finalità e le tappe sottoindicate:

### Obiettivi generali

- Costituzione di quattro stazioni di monitoraggio aerobiologico finalizzati al campionamento, al conteggio e alla classificazione delle principali famiglie di pollini aerodispersi con monitoraggio giornaliero per la formazione di una banca dati e la conseguente elaborazione dei relativi calendari pollinici su scala provinciale e regionale;
- avvio preliminare di una rete A.R.P.A.L. su scala regionale;
- fornire un contributo ai fini preventivi a pazienti, specialisti, media, cittadini, altri soggetti interessati alla problematica.

### Attività

- Strumentazione e materiale documentale propedeutico;
- acquisizione di due campionatori fissi, per Genova e Savona;
- acquisizione di un campionatore alimentato a pannelli solari per La Spezia (che già utilizzava uno strumento fisso);
- sono in fase di espletamento l'acquisto del campionatore fisso per Imperia;
- acquisizione di atlanti e manuali per il riconoscimento dei taxa;
- acquisizione di *software* dedicato per l'elaborazione dei dati.

### Metodo

- I centri utilizzano per il campionamento, la preparazione dei vetrini, il riconoscimento ed i conteggi al microscopio ottico il metodo standardizzato ISAO CNR.

### Formazione

- Gli operatori hanno partecipato a corsi di formazione specifici presso strutture qualificate;
- il Dipartimento di La Spezia ha trasferito le conoscenze ed esperienze acquisite agli altri Dipartimenti.

### Applicazione del metodo

- Preparazione del campionatore con allestimento delle strisce per la cattura dei granuli (settimanale);
- allestimento dei vetrini giornalieri con idonea colorazione per la lettura microscopica (settimanale);
- lettura con riconoscimento e conteggio ottico dei principali taxa (settimanale).

### Utilizzo e gestione dei dati

- I dati sono raccolti con cadenza settimanale, di norma il lunedì;
- inserimento e archiviazione dei conteggi in idonei *software*;
- stoccaggio dei vetrini letti per eventuali ricerche retrospettive;
- elaborazione di relazioni settimanali per Committente ASL;
- partecipazione alla rete nazionale ed europea, che fa riferimento all'Associazione Italiana di Aerobiologia.

Completate le tappe di realizzazione della fase di avvio della rete dell'Agenzia sono in via di realizzazione o sono state gettate le basi per ulteriori sviluppi, sintetizzati per punti.

### Obiettivi generali

- Fornire informazioni utili a livello regionale per prevedere le condizioni di rischio nello sviluppo dei fenomeni allergici da polline aerodisperso;
- organizzare e allargare la diffusione delle informazioni aerobiologiche affinché raggiungano tutti i soggetti interessati alla problematica;
- predisporre una metodologia di intervento preventivo che valorizzi il rapporto ambiente/salute;
- integrare organizzativamente i soggetti partecipanti al progetto fra A.R.P.A.L. e A.U.S.L.;
- creare un sistema per la gestione dei dati e per la produzione delle informazioni;
- ottimizzare la rete di rilevazione e ampliare le esperienze per una migliore conoscenza del territorio.

### Obiettivi specifici

- Analisi e definizione della banca dati contenente le informazioni derivanti dal-

- le stazioni di rilevamento dei pollini aerodispersi presso i centri esistenti, dati meteorologici e altri parametri fisici e ambientali di interesse;
- analisi e definizione del modello concettuale del sistema di gestione per la produzione integrata delle informazioni;
- realizzazione del sistema sw di gestione;
- analisi e definizione del servizio di divulgazione in *Web*;
- realizzazione del sito *Web* per la comunicazione delle informazioni;
- standardizzazione delle metodiche di monitoraggio;
- raccolta dati pollinici e meteorologici settimanali e trasferimento nel sistema di gestione definito;
- archiviazione dei dati biologici e meteo;
- aggiornamento dei mezzi di comunicazione: sito *Web* regionale;
- sviluppo di modelli per la previsione della comparsa dei pollini allergenici per le principali famiglie di interesse;
- verifica delle possibilità di utilizzo dei pollini quali indicatori nel campo agronomico forestale, della qualità dell'aria e delle variazioni del clima;
- individuazione di criteri e indicatori di qualità del dato prestatato per la valutazione dell'efficacia della comunicazione.

### Attività

- Partecipazione alle attività del gruppo di coordinamento Pollini, istituito presso l'ANPA;
- condivisione degli obiettivi con i referenti dei centri presenti nelle aziende sanitarie locali liguri e pianificazione delle attività.

### Sedi di Stazioni di Monitoraggio Aerobiologico in Regione Liguria

- A.U.S.L. 1 Bordighera, referente dott. R. Ariano;
- A.U.S.L. 4 Lavagna, referente dott. G. Albalustri;
- Ospedaliera S. Martino, referente dott.ssa S. Voltolini;
- A.R.P.A.L. Dipartimento di La Spezia, referente dott. C. Grillo;
- A.R.P.A.L. Dipartimento di Genova, referenti dott. E. Carlini e dott.ssa M. Molina;
- A.R.P.A.L. Dipartimento di Savona, referente dott. D. Alletto;
- A.R.P.A.L. Dipartimento di Imperia, referente dott.ssa L. Occhetto: in corso di attivazione.

### Altre sedi coinvolte nel Monitoraggio Aerobiologico in Regione Liguria

- Centro di Palinologia - Università di Genova DIPTE.RIS, referenti professori M. Guido e M. Mantovani;
- Centro di Prevenzione e Comunicazione: - A.R.P.A.L. Direzione Scientifica, referente dott.ssa D. Viglione.



## Prima relazione sulle pressioni sul suolo in Liguria

**Nicoletta Dotti, Monica Lazzari**

*ARPA Liguria*

Questa pubblicazione rappresenta il primo rapporto generale, di "libro bianco", sulle pressioni antropiche che insistono sull'intero territorio ligure. Vuole essere un primo tentativo di raccolta e di omogeneizzazione dei dati inerenti il suolo, derivanti, soprattutto, dalle attività che ARPAL è chiamata ad esercitare in relazione alla sua funzione di organo tecnico scientifico, tra cui si ricorda:

- monitoraggio dei fattori fisici, chimici e biologici d'inquinamento, ivi compresi quelli dell'igiene dell'ambiente;
- raccolta, elaborazione e diffusione dei dati relativi alla situazione ambientale; supporto tecnico nella valutazione e prevenzione dei rischi d'incidenti rilevanti connessi ad attività industriali soggette a specifiche norme di controllo;
- supporto tecnico all'adozione delle metodologie per il rilevamento dello stato dell'ambiente e per il controllo dei fenomeni d'inquinamento e dei fattori di rischio.

Per quanto concerne la matrice suolo, non esistendo vere e proprie reti di monitoraggio al contrario di altre matrici quali aria e acqua, esistono molte informazioni che spesso non sono facilmente reperibili o confrontabili tra loro. Questo lavoro vuole, quindi, rappresentare un primo tentativo di raccolta e omogeneizzazione dei dati relativi alle pressioni che insistono sul territorio ligure, anche sulla base dei criteri individuati dal *Centro Tematico Nazionale Suolo e Siti Contaminati*.

La presente pubblicazione si propone come un documento di semplice consultazione, che fornisca in maniera sintetica un preciso quadro della situazione del suolo della Regione Liguria nel suo stato attuale tenendo conto, per quanto possibile, delle pressioni su di esso esercitate. Il lettore troverà che le informazioni, ancora lontane dall'inquadrare il territorio in modo omogeneo, sono state inquadrare in uno schema logico e standardizzato che ha portato alla progettazione di schede per il censimento delle informazioni stesse, nonché alla creazione di sistemi di archiviazione informatizzata. Si tratta quindi di un'opera che da un lato rappresenta un primo risultato concreto, dall'altro costituisce la premessa per ulteriori approfondimenti e per il completamento delle informazioni finora raccolte.

L'attività svolta è propedeutica alla ristrutturazione ed integrazione del modulo suolo del Sistema Informativo Regionale Ambientale che è già oggetto di interventi tramite il progetto Ecozero.

Oltre ad un inquadramento geologico ed idrogeologico della Regione Liguria, vengono descritti i dati relativi alla tematica suolo in senso lato sinora raccolti sul territorio regionale ad eccezione di quelli inerenti i dissesti geomorfologici ed idraulici. Tali dati sono stati strutturati in maniera logica ed archiviati in appositi database da cui sono estraibili in ogni momento tramite opportune interrogazioni, oppure tramite visualizzazione grafica interattiva su base geografica per mezzo di un Sistema Informativo Geografico. Sulla base dei dati raccolti è

possibile svolgere analisi ed approfondimenti sulla situazione della matrice suolo e quindi indirettamente dell'ambiente della Regione Liguria.

La prima parte della relazione è dedicata alla descrizione delle caratteristiche del territorio, infatti, vengono illustrate la *geomorfologia*, la *geologia* l'*idrogeologia* della Liguria in modo da fornire un quadro sintetico del territorio.

Ampio spazio è dedicato alla descrizione dell'*uso agricolo* del territorio e all'esposizione di alcune problematiche di *degrado del suolo* che hanno interessato e tuttora interessano il territorio ligure.

Per quanto riguarda l'uso agricolo del territorio vengono descritte sia la disposizione delle aree agricole che le coltivazioni preminenti nelle quattro province. Per quanto concerne il degrado del suolo vengono illustrate le aree vulnerabili della Regione in base a quanto citato dal DGR n. 605 del 25/5/00 "Prima individuazione delle aree vulnerabili alla desertificazione e relative misure di tutela ed interventi".

Un capitolo è dedicato alla descrizione del *Centro Tematico Nazionale Suolo e Siti Contaminati* che rappresenta il principale strumento di supporto operativo dell'ANPA per l'espletamento di quelle attività necessarie per la predisposizione di una efficiente ed efficace base conoscitiva sullo stato del suolo e sulle pressioni su di esso esercitate, mediante la raccolta e la gestione dei dati e delle informazioni raccolte.

Nella presente pubblicazione si dà risalto, in particolare, ad una delle attività del CTN ossia quella riguardante la definizione e la costruzione degli indicatori relativi al suolo; per ogni pressione individuata viene, infatti, fornita la rappresentazione dell'indicatore costruito mediante i criteri individuati dal CTN.

Punto cardine della pubblicazione rivestono le pressioni; vengono qui descritte le attività svolte per la raccolta, la razionalizzazione, l'archiviazione e l'elaborazione dei dati relativi alle principali entità che esercitano *pressioni* sul territorio ligure e sono o possono essere fonti di fenomeni di degrado e contaminazione del suolo e sottosuolo.

Per ogni entità individuata sono state descritte la tipologia, la normativa vigente, le caratteristiche della banca dati utilizzata per la raccolta delle informazioni ed il suo grado di popolamento, i risultati dell'analisi dei dati disponibili, gli indicatori sviluppati e le rappresentazioni cartografiche effettuate.

Le pressioni individuate e descritte sono le seguenti:

- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| – Cave                | – Aree a grande rischio |
| – Discariche          | – Siti Contaminati      |
| – Scarichi            | – Serbatoi interrati    |
| – Attività produttive |                         |

In particolare per i siti contaminati è stato sviluppato un prototipo di sistema informativo territoriale per la connessione tra dati anagrafici, tecnici e geografici.

Un capitolo è dedicato alla descrizione della stima delle emissioni delle industrie manifatturiere; in questo capitolo viene anche illustrata l'applicazione del modello statistico IPPS (*Industrial Pollution Projection System*), sviluppato dal Gruppo di Ricerca e Sviluppo della *World Bank* (DECRG-IE) che parte dal concetto che l'inquinamento industriale è fortemente influenzato dalla scala dell'attività industriale, dai settori che ne fanno parte e dai processi tecnologici utilizzati nella produzione.

L'approccio utilizzato da questo modello di stima è di tipo puramente statistico, mirato più all'individuazione dei settori/aree geografiche da ritenersi prioritarie per un intervento ed un conseguente impiego di risorse, che non per valutare il valore assoluto delle emissioni inquinanti.

L'applicazione del modello IPPS alla Regione Liguria va intesa quindi come un primo screening delle emissioni in acqua, aria e suolo, esteso all'intero territorio ligure con un'indagine su scala comunale e mirato a fornire una rapida valutazione, utilizzando dati di facile reperibilità.

Viene inoltre proposta l'organizzazione di una *rete di monitoraggio del suolo e delle acque sotterranee* in relazione alle pressioni antropiche esercitate su di esso, e viene fornito un esempio di possibile rete di monitoraggio per i sedimenti fluviali attivi e i sedimenti di spiaggia della fascia costiera della Provincia di Genova.

Un capitolo è dedicato a alla descrizione di applicazione modellistiche delle informazioni e i dati disponibili. I dati georeferenziati, raccolti ed inseriti in appositi database, risultano utili al fine di avviare studi su particolari casi di inquinamento, stabilire le modalità di indagine, di monitoraggio e controllo sullo stato di inquinamento di determinate zone.

L'organizzazione informatica dei dati, oltre alla analisi della situazione ambientale del sito in oggetto, viene anche utilizzata per l'applicazione di modelli che permettono di verificare l'andamento dell'inquinamento e di valutare la risposta ad interventi correttivi.

Vengono analizzati il caso di Pitelli (sp) per quanto riguarda la realizzazione di Sistemi Informativi Ambientali per aree contaminate da bonificare, e il caso della Piana di Arcola come esempio di applicazione di modelli applicati al suolo e alle acque sotterranee.



Copertina della pubblicazione



## Progetto amianto

**Orietta Sala**, ARPA Emilia-Romagna Sezione di Reggio Emilia  
**Susanna Zapparoli, Luca Mangiapane**

ASE Associazione per la sicurezza in edilizia - Reggio Emilia

**Claudio Pedroni**, StudioALFA s.r.l., Reggio Emilia

### Sessione tematica Conoscenza

Una domanda frequente fra gli operatori della prevenzione, i lavoratori, le imprese, ma anche fra i singoli cittadini è: *"dove è possibile trovare l'amianto?, quali sono i prodotti, i manufatti in cui è stato utilizzato?"*

Gli impieghi dell'amianto negli edifici e nell'industria sono abbastanza noti:

- come isolante acustico e termico;
- in guarnizioni, pannelli, cartoni;
- nei rivestimenti di pareti, di strutture metalliche e di tubi;
- negli impianti di riscaldamento e centrali termiche;
- nei mezzi di trasporto (treni, navi, bus);
- nell'industria chimica, del vetro, zuccherifici, ecc.

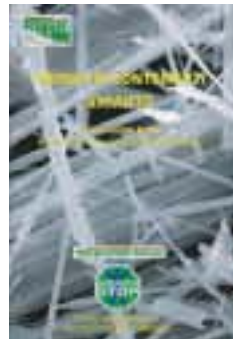
Meno immediato è il riconoscimento diretto dei materiali e la loro individuazione nei luoghi comuni di vita.

**"PROGETTO AMIANTO"** promosso da ASE (Associazione Sicurezza in Edilizia di Reggio Emilia) e condotto congiuntamente da ARPA Emilia-Romagna Sezione provinciale di Reggio Emilia e StudioALFA s.r.l. di Reggio Emilia, si pone l'ambizione di dare una prima risposta ai quesiti sopraindicati mediante un CD Rom interattivo così organizzato:

- schematizzazione di un **fabbricato civile** con possibilità di ricerca interattiva attraverso tabelle con le caratteristiche dei prodotti corredate da immagini di campioni di materiali e di manufatti in opera.



- **Banca dati** di oltre 1000 prodotti contenenti amianto identificabili per:
  - nome commerciale;
  - uso/funzione;
  - nome comune;
  - ditta produttrice;
 ogni scheda riporta note esplicative, pagine di cataloghi, immagini.



- raccolta sintetica delle principali **Norme sull'amianto**;
- esemplificazione di procedure amministrative da seguire per la presentazioni dei piani di lavoro ex art. 34 D. Lgs. 277/91 e per lo smaltimento dei rifiuti;
- indicazioni sulle procedure di bonifica: obblighi dei proprietari degli edifici, requisiti delle imprese di bonifica.



- **breve filmato** di una rimozione di lastre di cemento-amianto



Informazioni dettagliate possono essere richieste a:

**ARPA Emilia-Romagna - Sezione Provinciale di Reggio Emilia**  
 Specializzazione Amianto e Fibre - tel. 0522-336011  
 e.mail: [osala@re.arpa.emr.it](mailto:osala@re.arpa.emr.it)

ASE Reggio Emilia - tel. 0522-293003 - e-mail: [ase@asere.it](mailto:ase@asere.it)

StudioALFA s.r.l. - Reggio Emilia -tel. 0522-550905  
 e-mail: [pedroni@studioalfa.it](mailto:pedroni@studioalfa.it)

## Check RIF: progetto di sperimentazione in ambito locale

Mauro Emiliano, Filippo Emiliani, Cristina Mazzetti

ARPA Umbria

Nello scenario italiano la legge-quadro in materia di rifiuti è rappresentata dal D. Lgs. 5 Febbraio 1997, n. 22 (Decreto Ronchi) che individua come principali obiettivi la prevenzione e riduzione dei rifiuti, il loro recupero e riutilizzo ed infine lo smaltimento.

Questi anni di gestione del Decreto Ronchi hanno permesso di ottenere a livello nazionale un quadro conoscitivo sulla gestione dei rifiuti urbani e speciali. Attualmente il controllo amministrativo della gestione dei rifiuti è basato sul MUD (Modello Unico di Dichiarazione Ambientale) compilato dai produttori e dagli altri attori di filiera, sui registri di carico e scarico e sui formulari di identificazione dei rifiuti per quanto riguarda la documentazione della movimentazione. Questi sistemi di controllo comunque hanno dimostrato di non essere totalmente "efficaci": evasione dell'obbligo di presentazione del MUD da parte dei soggetti interessati, formulari compilati non sempre correttamente, tempi di verifica molto ampi, adempimenti amministrativi complicati. L'esigenza di controlli più incisivi e di una maggiore semplicità delle norme e dei regolamenti, in modo da rendere trasparenti gli adempimenti e diminuire così l'illegalità, ha spinto l'ANPA a studiare e progettare un sistema tecnologicamente avanzato che punta da un lato a semplificare le attività di denuncia da parte delle imprese produttrici di rifiuti e dall'altro di avere in tempo reale il controllo dei flussi di rifiuti. Tale sistema, denominato "Check Rif", dovrebbe consentire di ottenere:

- completezza dei dati (attualmente circa una metà di coloro che sono tenuti a compilare il MUD non lo presenta);
- rapida disponibilità dei dati (oggi le informazioni si ottengono solo dopo 12-18 mesi);
- efficacia dei controlli;
- aumento della sicurezza ambientale;
- certezza dei produttori relativamente al destino dei propri rifiuti;
- riduzione dell'illegalità.

Il sistema funziona grazie alla dotazione alle imprese produttrici di rifiuti, agli impianti di recupero o smaltimento e ai trasportatori di una tessera magnetica "rif-card" e all'installazione presso gli impianti e i mezzi di trasporto di apparecchi di lettura denominati "rifmat". Tramite le *Rifcard*, su cui sono memorizzati i dati anagrafici dell'impresa e i dati relativi ai rifiuti (peso, tipologia, ecc.), i *RifMat* trasmetteranno in tempo reale ad un Centro Servizi Polifunzionale tutte le movimentazioni dei rifiuti effettuate dai produttori, raccoglitori, trasportatori, gestori degli impianti e inoltre rilasceranno una ricevuta con il codice del rifiuto, la quantità e la data in cui è avvenuta la transazione. L'ARPA Umbria, unitamente ad ANPA e Regione dell'Umbria, si è impegnata a verificare la fattibilità tecnico-economica dimensionando il sistema "Check Rif" nell'ambito della propria regione.

Il primo problema da affrontare ha riguardato il dimensionamento del modello

di sperimentazione.

Il modello è stato studiato secondo due ambiti teorici ovvero un *modello statico* costituito dalle macro entità coinvolte nella sperimentazione:

- componenti di amministrazione, gestione e controllo del sistema, semplificate in un unico Centro Servizi Polifunzionale;
- entità coinvolte nella catena del rifiuto e rappresentate dai seguenti attori: produttori, trasportatori e impianti di recupero o smaltimento.

Accanto, e simultaneamente, a quello statico si è cercato di studiare anche il *modello dinamico*, rappresentato dalla esplicitazione dei processi di comunicazione e scambio (transazioni) potenzialmente instaurabili tra gli attori di filiera nell'unità di tempo. Entrambi gli aspetti rivestono una importanza cruciale ai fini della sperimentazione sia in termini tecnologici che finanziari. Successivamente, si è passati alla definizione del *modello architettuale* del sistema, definendo diverse ipotesi progettuali, ciascuna caratterizzata dai seguenti aspetti salienti:

- numerosità e consistenza relativa del campione;
- frequenza di transazioni;
- oneri finanziari;
- tempi di realizzazione.

Di seguito, le differenti ipotesi in termini di consistenza campione e correlativa stima di oneri economici:

	Consistenza numerica	Costi (£)
Campione 1	8550	2.335.550.000
Campione 2	1050	1.400.500.000

Il **campione 1** si riferisce ad una sperimentazione che interessa l'intero universo dei gestori dei rifiuti in Umbria (8000 produttori, 400 mezzi di trasporto, 150 impianti).

Poiché il numero degli attori coinvolti incide pesantemente sia sui costi variabili (quantità di rifMAT e di rifCARD) che su quelli fissi (dimensionamento delle risorse tecnologiche ed umane), si è ritenuto che in fase sperimentale si potesse diminuire il numero del campione di attori (**campione 2**), riducendo così la complessità del sistema e i relativi costi.

Per questa seconda ipotesi le relative numerosità si possono attestare sui seguenti valori:

PRODUTTORI P: 800; MEZZI DEI TRASPORTATORI MT: 200; IMPIANTI I: 50.

La tabella seguente mostra il quadro riepilogativo degli oneri economici stimati per un anno di sperimentazione del modello architettuale relativo al *Campione 2*.

Costi		Voce	Totali
Logistica		Sede e attrezzature	44.000.000
		<b>Sub Totale</b>	<b>44.000.000</b>
Tecnologici	Filiera	<i>RifCARD e RifMAT</i>	858.800.000
	CSP	<b>Sub Totale</b>	<b>858.800.000</b>
		Rete e t.d.	252.800.000
		<i>Hardware</i>	133.000.000
		<i>Software</i>	101.200.000
		<i>Call Center</i>	68.000.000
		<b>Sub Totale</b>	<b>555.000.000</b>
		<b>Sub Totale</b>	<b>1.413.800.000</b>
Risorse Umane		Personale	520.000.000
		<b>Sub Totale</b>	<b>520.000.000</b>
Formazione Filiera		Sub Totale	192.000.000
<b>TOTALE GENERALE</b>			<b>2.169.800.000</b>

I tempi di realizzazione della sperimentazione sono determinati da fattori di natura strategico politica (es. individuazione degli Enti partecipanti e delle rispettive modalità di contribuzione, scelta della sede e del personale) e da fattori più propriamente tecnici ed amministrativi. Nella seguente tabella è riportata la possibile distribuzione temporale delle attività preliminari necessarie allo *start-up* della sperimentazione, ipotizzando come data di inizio quella del 01/01/2002.

Nome attività	Durata	Data inizio	Data fine
<b>ATTIVITÀ PRELIMINARI CSP</b>	90 g	mar 01/01/02	lun 06/05/02
acquisizione dei servizi di sistema	30 g	mar 01/01/02	lun 11/02/02
acquisizione delle componenti di sistema	75 g	mar 01/01/02	lun 15/04/02
test del sistema senza carico	15 g	mar 16/04/02	lun 06/05/02
sviluppo delle applicazioni <i>software</i>	54 g	mar 01/01/02	ven 15/03/02
applicazione <i>check rif</i> (transazioni)	45 g	mar 01/01/02	lun 04/03/02
applicazione telelettura telefonica	54 g	mar 01/01/02	ven 15/03/02
applicazione <i>web</i>	39 g	mar 01/01/02	ven 22/02/02
sviluppo <i>software</i>	30 g	mar 08/01/02	lun 18/02/02
formazione degli operatori del CSP	5 g	lun 18/03/02	ven 22/03/02
database	13 g	mar 01/01/02	gio 17/01/02
test del sistema a carico	10 g	lun 25/03/02	ven 05/04/02
<b>ATTIVITÀ PRELIMINARI FILIERA</b>	143 g	mar 01/01/02	gio 18/07/02
acquisizione delle componenti di sistema	66 g	mar 01/01/02	mar 02/04/02
test componenti	4 g	mer 03/04/02	lun 08/04/02
distribuzione delle componenti	13 g	mar 09/04/02	gio 25/04/02
formazione del campione di attori	60 g	ven 26/04/02	gio 18/07/02
collaudo generale del sistema	5 g	ven 26/04/02	gio 02/05/02
<b>INIZIO SPERIMENTAZIONE</b>	0 g	lun 01/07/02	lun 01/07/02

*CSP: Centro Servizi Polifunzionale*

L'implementazione del modello prospettato, peraltro, avverrà *in progress* frazionando il campione in quote additive: la sperimentazione quindi si svilupperà nell'arco di due anni e per gradi successivi, a ciascuno dei quali corrisponderà una maggiore numerosità di filiera.

FASE	DURATA (mesi)	ADD	CAMPIONE
<i>Start Up</i>	6	50	50
Prima Estensione	6	100	150
Seconda Estensione	6	400	550
Completamento	6	500	1050
TOTALE	24	1050	

## La rete delle biblioteche e dei centri di documentazione delle Agenzie di Protezione Ambientale

**Massimo Boasso**, *ARPA Piemonte*

**Barbara Gobbò**, *ARPA Toscana*

Nel corso dell'anno 2000 è stata proposta al Consiglio delle Agenzie la costituzione di un coordinamento delle biblioteche e dei centri di documentazione già esistenti nel sistema ANPA/ARPA per realizzare una rete di informazione/documentazione ambientale distribuita sul territorio nazionale.

Alla Conferenza delle Agenzie di Venezia è stato distribuito un depliant con le indicazioni sui materiali disponibili e i servizi offerti nonché gli obiettivi comuni.

Nel corso del 2001 altre Agenzie sono andate costituendosi o consolidandosi e pertanto si è ritenuto necessario fare un aggiornamento che desse un quadro della organizzazione della documentazione nelle varie regioni o province e in sede nazionale.

Fra tutte le Agenzie costituite solo 5 non hanno ancora individuato almeno una persona incaricata della attività di documentazione, ma solo una dichiara esplicitamente di non essere al momento interessata ad attivare tale servizio.

Tutte le biblioteche e i centri di documentazione già costituiti (abbreviati in seguito in B&CD) condividono i criteri generali di fornitura di servizi all'utenza interna che prevedono:

- l'acquisizione di documentazione (pubblicazioni italiane e straniere, riviste italiane e straniere, cd rom, banche dati, norme e metodi normati ecc.);
- le ricerche bibliografiche e normative;
- la catalogazione e l'archiviazione della documentazione acquisita dall'esterno e prodotta internamente;
- il recupero di documenti;
- il prestito.

Alcune B&CD hanno o stanno cercando di sviluppare un sistema di documentazione rivolto anche all'esterno. I servizi di apertura al pubblico delle strutture si articolano in:

- consultazione dei materiali;
- risposte sugli iter e procedure normative;
- sviluppo di una linea editoriale;
- pubblicazione di notiziari periodici;
- il servizio indici sulle riviste;
- gestione per il sistema qualità degli archivi delle norme e dei metodi normati.

Le sostanziali differenze di risorse e di organizzazione delle varie strutture rendono tuttavia difficile attuare un coordinamento sostanziale delle attività proprie delle B&CD.

È risultato comunque possibile iniziare a lavorare per raggiungere nel breve periodo il coordinamento e la condivisione:

- delle testate straniere in abbonamento al fine di sviluppare un sistema di consultazione in rete che preveda anche lo scambio di articoli, attualmente acquistati o reperiti con molte difficoltà tramite la rete OPAC;
- la diffusione tra le B&CD del materiale prodotto dalle singole Agenzie;
- l'allargamento del gruppo di lavoro con incontri almeno trimestrali, per verificare l'avanzamento dei lavori, mettere a punto nuove modalità di coordinamento e migliorare il servizio prestato, anche con un eventuale seminario residenziale.

Per il medio e lungo periodo il coordinamento potrebbe mettere a punto progetti di lavoro quali:

- la condivisione su rete Internet dei cataloghi delle pubblicazioni in possesso delle B&CD;
- la ricognizione delle riviste straniere acquistate, per eventualmente evitare doppi abbonamenti e di conseguenza razionalizzare l'acquisizione e aumentare il numero delle testate presenti presso il sistema agenziale;
- la possibilità di realizzare un consorzio per la realizzazione di gare centralizzate per l'acquisto del materiale documentale;
- lo studio di procedure e istruzioni operative che fungano da linee guida per il perseguimento della certificazione delle B&CD al sistema di qualità;
- la realizzazione di una sezione *Internet* nel portale ANPA o in un sito di una Agenzia Regionale e/o provinciale dedicata alla documentazione;
- la realizzazione di un periodico da inviare via posta elettronica, nell'ambito del sistema agenziale, che riporti le novità sulle acquisizioni documentali, recensioni sulle pubblicazioni editate dalle varie agenzie, ecc...

Gli obiettivi a suo tempo definiti risultano più che mai attuali ed alcuni in fase di realizzazione. Se la quasi totalità delle Agenzie ha deputato almeno una persona ad occuparsi della documentazione, ne consegue che il servizio fornito, o quantomeno atteso, è ritenuto necessario dalle singole Agenzie.

Occorre però sottolineare che per raggiungere l'integrazione delle attività di documentazione a livello interagenziale è fondamentale avere una linea programmatica chiara, con l'assicurazione di maggiori risorse e di personale qualificato che consenta di consolidare le attività avviate e nel contempo possa fornire un valido supporto per l'avvio dei nuovi centri di documentazione ambientale.

Per il coordinamento Biblioteche e Centri di Documentazione nel sistema ANPA-ARPA-APPA:

Massimo Boasso, ARPA Piemonte  
Barbara Gobbò, ARPA Toscana



## Descrizione di un programma di monitoraggio di un'area ad elevata criticità ambientale

**Dott. Pasquale Ferrara**, *Direttore generale ARPAB*

**Dott. Bruno Bove**,

*Direttore del Settore Informativo, Monitoraggio Prevenzione e Controlli dell'ARPAB*

**Dott. Achille Palma**, *Servizio Monitoraggio e Prevenzione dell'ARPAB*

L'ARPAB sta per assumere la gestione di un piano di monitoraggio ambientale dell'area industriale di S. Nicola di Melfi (PZ) dove, tra l'altro, sono già operanti uno stabilimento automobilistico ed il relativo indotto, ed è stata autorizzata la messa in esercizio di un termodistruttore, denominato Feroce, destinato al trattamento dei rifiuti urbani ed industriali.

Tale piano è stato elaborato dalla regione Basilicata sulla scorta delle indicazioni contenute nel Dec/Via 1790/93 del Ministero dell'Ambiente che si pronunciava favorevolmente sulla richiesta di compatibilità ambientale presentata dalla Fenice SpA.

Il programma ha per obiettivo le valutazioni delle emissioni, delle ricadute e dell'impatto ambientale di questo termodistruttore ed è diviso in più livelli che prevedono:

- delle centraline per il rilevamento in continuo della qualità dell'aria;
- una rete chimico-fisica con prelievo di campioni e relative analisi chimiche, biologiche ed ecotossicologiche;
- una rete di biomonitoraggio che prevede l'uso di bioindicatori . bioaccumulatori e test ecotossicologici;
- prelievi al camino;
- monitoraggio remoto per il rilevamento dei profili di temperatura, vento e contenuto colonnare delle Sostanze Organiche Volatili.

Per l'espletamento al meglio di questo piano di monitoraggio, soprattutto nel campo dei microcontaminanti supertossici come PCDD, PCDF ecc., l'ARPAB ha recentemente stipulato un accordo di collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità.

Questo accordo consentirà, tra l'altro, sia di approfondire gli aspetti relativi alle emissioni dei microinquinanti sia di avviare un programma di formazione in questo campo per il personale tecnico dell'Agenzia.



## Rapporti su esposti e irregolarità ambientali

**Roberto Merloni, Efrem Coltelli, Mauro Stambazzi,**

*ARPA Emilia-Romagna Sezione provinciale di Rimini*

### *Sessione tematica Conoscenza Reporting*

ARPA ER ha sempre prestato molta attenzione all'analisi dei segnali che possono fornire indicazioni sulla percezione dello stato ambientale da parte dei cittadini. La Sezione di Rimini, in particolare, da tempo predispone rapporti annuali sulle segnalazioni di inconvenienti ambientali (espsti) e sulle irregolarità riscontrate durante le attività di controllo ambientale (consultabili all'indirizzo [www.provincia.rimini.it/arpa](http://www.provincia.rimini.it/arpa)). I prossimi anni verranno predisposti rapporti di valenza regionale.

### **Esposti 2000**

Le segnalazioni di inconvenienti ambientali (espsti) rappresentano una fonte di informazione sulle caratteristiche del territorio estremamente preziosa per il sistema di vigilanza e controllo ambientale, in quanto consentono la sorveglianza di sorgenti inquinanti puntiformi e distribuite, difficili da individuare senza la collaborazione dei cittadini. Forniscono, inoltre, importanti informazioni sulla percezione dei rischi ambientali della popolazione. Per "espsti" si intendono le segnalazioni di inconvenienti ambientali inviate da privati cittadini, ditte, associazioni, comitati, enti, ecc.

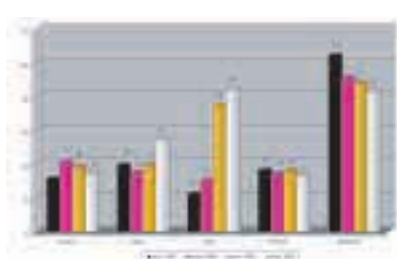
In Provincia di Rimini, gli espsti complessivi del 2000 sono 289. Rispetto al 1997, il numero di espsti è aumentato del 25%.

Il maggior numero di espsti riguarda i campi elettromagnetici (n° 84; 29,1% sugli espsti totali). Queste segnalazioni hanno avuto un incremento continuo nel tempo passando dal 9,5% del 1997 all'attuale 29,1%. Questo dato non sorprende; infatti, sia il notevole aumento di stazioni radiobase per telefonia mobile installate (aumento del numero dei gestori autorizzati) sia il maggior interesse da parte dei mezzi di comunicazione relativamente all'emissione di onde elettromagnetiche, hanno portato ad un aumento veramente notevole della percezione del rischio collegato a tutto ciò che "irradia" da parte della cittadinanza.

**Numero espsti - Anni 1997-2000**



**Espsti per matrice - Anni 1997-2000**



Per la prima volta, gli esposti sui campi elettromagnetici superano quelli per rumore. Questi ultimi registrano un decremento costante negli anni (dai 104 del 1997 agli 83 del 2000). Per la matrice aria il numero totale di esposti ricevuti nel 2000 è pari a 55 (19% sul totale). Il notevole incremento registrato per questa matrice negli anni deriva principalmente dagli esposti presentati in un Comune dell'entroterra derivanti da una azienda che causava forti emissioni maleodoranti, ora chiusa con ordinanza sindacale. La matrice acqua registra un numero di esposti pari a 34 (11,8%). Valori simili presentano i rifiuti, (33; 11,4%). Per acqua e rifiuti il confronto con il triennio precedente mette in evidenza una sostanziale costanza del numero degli esposti. Sui campi elettromagnetici vengono richieste verifiche, in prevalenza, per le stazioni radiobase per la telefonia mobile o per le linee elettriche ad alta tensione. Gli inconvenienti da rumore hanno riguardato soprattutto ristoranti/alberghi e attività industriali ed artigianali. Nei Comuni del litorale e nel capoluogo, in particolare, viene prodotta la grande maggioranza degli esposti, (il 76% degli esposti complessivi proviene dai cinque Comuni del litorale); questi riguardano in gran parte le matrici campi elettromagnetici e rumore. I territori dell'entroterra presentano, in genere, un numero modesto di esposti, (spesso uno solo); sono più interessate le matrici acqua, aria e rifiuti, mentre le segnalazioni da CEM e da rumore sono in numero modesto. L'origine degli inconvenienti segnalati, riguardo alla matrice acqua, è legata essenzialmente alla presenza di scarichi idrici abusivi o comunque non desiderati. Per quanto attiene l'aria, vengono segnalati soprattutto emissioni di cattivi odori derivanti dalla gestione dei rifiuti o da attività produttive. Le segnalazioni sui rifiuti riguardano di solito piccoli accumuli di materiale abbandonati in aree pubbliche. Solo il 20% degli esposti complessivi vede confermata la effettiva sussistenza dell'inconveniente all'atto del sopralluogo, nel 2000 in termini simili agli anni precedenti. Gli inconvenienti non riscontrati sono in grande maggioranza (il 54% nel 2000) e in aumento continuo negli anni; su questo incidono fortemente gli esposti da campi elettromagnetici, che non hanno quasi mai effettivo riscontro.

### Irregolarità ambientali

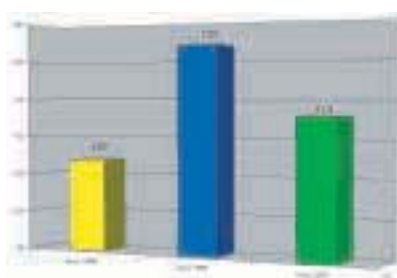
I controlli ambientali, a seguito dell'attivazione nel 1996 della Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia Romagna, hanno avuto un decisivo impulso innovatore, in particolare verso le attività di prevenzione e monitoraggio. L'accertamento di irregolarità, durante i controlli ambientali e le conseguenti contestazioni, sono atti dovuti e rientrano nei compiti di Polizia Giudiziaria attribuiti ad ARPA. Le irregolarità riscontrate ai controlli ambientali possono rappresentare, oltre che un parametro di valutazione del rispetto della normativa vigente per le varie matrici ambientali, un indicatore della qualità ambientale e dello sviluppo sostenibile, se rapportate al numero dei controlli effettuati o al numero delle attività esistenti sul territorio. I controlli ambientali effettuati possono essere distinti in tre tipologie:

- *monitoraggio*: sorveglianza routinaria del territorio, gestita con periodicità e in punti prefissati;
- *vigilanza e controllo*: attività riguardante singoli insediamenti, programmata annualmente in sede di Comitato provinciale di coordinamento;
- *interventi su segnalazioni* (esposti) di privati o enti: attività occasionali, non programmabili.

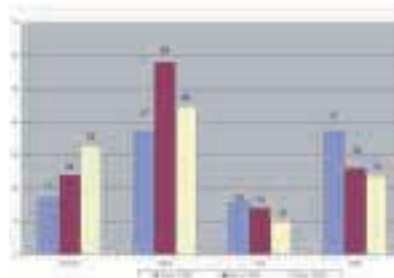
I controlli ambientali rappresentano solo una parte dell'attività dell'Agenzia: se consideriamo la *Mission* di ARPA Emilia Romagna (*Presidiare i controlli ambientali orientandoli alla prevenzione ed alla tutela della salute e delle risorse naturali per garantire la sostenibilità dello sviluppo economico e sociale*), che pone in grande risalto l'attività di prevenzione, possiamo ritenere che le irregolarità riscontrate ai controlli ambientali possono rappresentare, al limite, segnali di sconfitta o indicatori di inefficacia della azione preventiva. Tuttavia, una certa quota di irregolarità può essere ritenuta fisiologica, refrattaria agli interventi preventivi. Definire tale quota e seguirne le evoluzioni, garantendo comunque un corretto controllo ambientale, può fornire importanti indicazioni per orientare le attività di vigilanza e utilizzare le risorse in modo efficiente/efficace.

In Provincia di Rimini, nel 2000, sono state riscontrate complessivamente 113 irregolarità su un totale di 763 controlli ambientali; le irregolarità rappresentano il 15% del totale dei controlli effettuati. Un contributo non trascurabile alle irregolarità (40%) deriva da attività non programmabili (esposti). Tra le 113 irregolarità totali riscontrate nel 2000, il 24% sono state di tipo penale (di competenza dell'Autorità Giudiziaria) e il 76% di tipo amministrativo (di competenza della Provincia o dei Comuni).

Numero irregolarità - Anni 1998-2000



Irregolarità per matrice - Anni 1997-2000



Come negli anni precedenti, l'acqua è stata la matrice principalmente interessata dalle irregolarità con 45 irregolarità riscontrate (40% del totale delle irregolarità nell'anno 2000), seguita dalle matrici rumore e rifiuti (rispettivamente 33 e 24 irregolarità); la matrice aria ha un'incidenza inferiore alle altre (11 irregolarità). Questi valori sono sostanzialmente coerenti con i criteri di sorveglianza impostati.

La comparazione delle irregolarità con le categorie economiche che le determinano consente di individuare le tipologie di attività a maggior rischio:

- sulla matrice acqua le attività di depurazione e fognature pubbliche sono responsabili della metà delle irregolarità (e di circa un quarto delle irregolarità complessive), anche in conseguenza della intensa sorveglianza a cui tali attività sono state sottoposte nel 2000 (simili osservazioni sono possibili anche riguardo all'anno 1999). Tali irregolarità sono originate in gran parte dal superamento dei limiti ammessi per lo scarico in acque superficiali (giòva ricordare che, al fine di salvaguardare la balneabilità del litorale, gli scarichi degli impianti di depurazione del riminese debbono rispettare anche i limiti microbiologici, e ciò comporta oggettive difficoltà tecniche);
- sui rifiuti, sono le attività produttive a motivare il maggior numero di irregolarità;

larità, a causa della scorretta compilazione del registro di carico e scarico; rilevante risulta l'incidenza delle attività di gestione rifiuti (cernita, stoccaggio, trasporto ed incenerimento), per le prescrizioni autorizzatorie non rispettate o per la mancanza dei requisiti tecnici richiesti;

- sul rumore, non sono molte le irregolarità provenienti da attività produttive o turistiche; la maggior parte delle irregolarità riguarda attività non riconducibili a categorie specifiche;
- sulla matrice aria, la maggior parte di irregolarità deriva da attività produttive varie per mancato rispetto di prescrizioni.

## Attività e risorse del sistema delle agenzie ambientali: la situazione al 31.12.2000

**Paolo Cadrobbi**

*Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto*

*Sessione tematica Conoscenza*

### Introduzione

A partire dal 1998 l'A.R.P.A.V. ha predisposto una rilevazione volta a fornire un quadro generale circa l'attivazione da parte delle singole Regioni delle Agenzie Ambientali, in attuazione della Legge 61/94. Attraverso l'aggiornamento annuale delle informazioni è stato così possibile seguire l'evolversi temporale del Sistema Agenziale, sia in termini di attivazione che, in termini più analitici, di risorse, competenze acquisite e modalità di svolgimento delle attività.

Dalla Terza Conferenza delle Agenzie Ambientali ad oggi è possibile apprezzare l'istituzione delle rispettive Agenzie da parte di tutte le Regioni, fatta eccezione per la Sardegna in cui il disegno di legge è attualmente all'esame delle competenti commissioni consiliari. Ancora più importante come risultato è il concreto avvio delle Agenzie di recente istituzione quali Calabria, Molise e Sicilia, mentre la Puglia non ha ancora concretamente avviato la propria. Il quadro generale mostra quindi la pressoché totale copertura del territorio nazionale in termini di concreta attivazione della rete di Agenzie Ambientali.

### Metodologia

L'indagine quest'anno è articolata in 18 schede di rilevazione relative ai seguenti argomenti:

- a) Organizzazione e risorse delle Agenzie Ambientali:
  - 1. Alcuni aspetti organizzativi nelle ARPA/APPA; 2. Distribuzione delle risorse nelle ARPA/APPA; 3. Personale in organico e in servizio nelle ARPA/APPA.
- b) L'attività delle Agenzie Ambientali nei seguenti comparti:
  - 4. Acqua; 5. Aria; 6. Inquinamento acustico; 7. Industrie a rischio di incidente rilevante; 8. Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti; 9. Valutazione di impatto ambientale; 10. Suolo e Rifiuti; 11. Impiantistica; 12. Amianto.
- c) Le reti di controllo ambientale:
  - 13. Reti automatiche di monitoraggio ambientale: Composizione delle reti di monitoraggio per tipologia di stazioni; 14. Reti di monitoraggio sulla qualità dell'aria; 15. Reti di monitoraggio sulla qualità dell'acqua.
- d) Informazione, comunicazione ed educazione ambientale:
  - 16. Organizzazione del Sistema Informativo Ambientale nelle ARPA/APPA; 17. Comunicazione ed Educazione Ambientale nelle ARPA/APPA.

e) 18. Il "Sistema Qualità" nelle ARPA/APPA.

La rilevazione ha come riferimento temporale il 31.12.2000; a tale data alcune Agenzie di recente istituzione (Molise e Sicilia) non erano ancora operative, per esse il riferimento temporale di rilevazione è stato posticipato al 30.09.2001, al fine di consentire la raccolta di informazioni. Le Agenzie che hanno trasmesso le schede sono 17, anche se i dati pervenuti dalle singole Agenzie non sempre coprono la totalità delle informazioni richieste. Tra le Agenzie operative, Lazio e Friuli Venezia Giulia non hanno partecipato all'aggiornamento.

### Analisi dei dati

a) Organizzazione e risorse delle Agenzie Ambientali.

Per quanto attiene gli aspetti organizzativi vi è la tendenza a prediligere una struttura di tipo decentrato con l'esternalizzazione dei servizi amministrativi e generali (quali servizi di pulizia, manutenzione, mensa, ecc.) mentre il 75% delle Agenzie rispondenti affida a terzi attività connesse ai fini istituzionali dell'Ente attraverso consulenze e collaborazioni. È importante rilevare come circa il 40% delle Agenzie abbia provveduto ad attivare strutture competenti in materia di epidemiologia (Abruzzo, Campania, Emilia Romagna, Liguria, Marche, Piemonte, Veneto).

L'analisi delle componenti le risorse finanziarie delle Agenzie vede la quota parte proveniente dal Fondo Sanitario Regionale o Provinciale oscillare in valori che vanno da un massimo dell'1.5% del Molise ad un minimo pari al 0.3% di Trento (a riguardo è necessario specificare che il bilancio di Bolzano e Trento non comprende le spese per il personale in quanto sostenute direttamente dalla Provincia). A questa fonte di finanziamento si aggiungono le entrate provenienti da altre strutture regionali o da altri Enti, nonché le fonti proprie della singola Agenzia (auto-finanziamento), risorse che complessivamente rappresentano percentuali significative (circa 40%) delle entrate totali in Emilia Romagna, Lombardia e Umbria.

Tra le Agenzie che hanno approvato la pianta organica è ancora significativo il divario tra personale effettivo e previsto con valori che vanno dal 27% dell'Abruzzo al 98% di Bolzano.

b) L'attività delle Agenzie Ambientali.

Secondo quanto prescritto dalle singole leggi istitutive e regolamenti, le Agenzie svolgono le attività tecnico-scientifiche connesse all'esercizio delle funzioni pubbliche per la protezione ambientale. Dai dati raccolti emerge come per i comparti Inquinamento acustico, Industrie a rischio di incidente rilevante, Valutazione d'Impatto Ambientale e Impiantistica, siano ancora numerose le Agenzie che non hanno acquisito o definito le modalità di svolgimento delle attività, soprattutto in termini di supporto tecnico-scientifico agli Enti Locali (pareri, istruttorie, verifiche ispettive).

c) Le reti di controllo ambientale.

Il sistema delle reti di monitoraggio ambientale mostra ancora una forte disomogeneità di situazioni, con una diversificata partecipazione attiva delle Agenzie Ambientali sia per quanto attiene la gestione sul territorio, con il trasferimento alle Agenzie delle reti presenti sul territorio regionale, ma ancor di più in termini di capillarità delle reti di monitoraggio e quindi di integrazione della situazione preesistente.



d) Informazione, comunicazione ed educazione ambientale.

Sul fronte della gestione dei flussi informativi ambientali tutte le Agenzie hanno il compito di organizzare, gestire e realizzare il SIRA, fatta eccezione per Calabria, Piemonte e Trento in cui la competenza spetta alle rispettive Regioni e Provincia. Il raggiungimento di tale obiettivo vede le Agenzie diversamente impegnate nella fase di realizzazione del SIRA; per quelle di più recente attivazione è ancora in corso il trasferimento della funzione dalla Regione.

La realizzazione di attività di informazione, comunicazione ed educazione ambientale vede le Agenzie impegnate sul fronte della protezione ambientale con la promozione culturale di azioni rivolte a diffondere una corretta sensibilità ambientale. Attraverso un arricchimento della scheda relativa all'informazione ed educazione ambientale si è voluto indagare più analiticamente tali aspetti. Per quanto attiene specificatamente all'educazione ambientale è apprezzabile l'istituzione nell'ultimo anno di strutture interne preposte a tale attività anche in Lombardia, Marche e Valle D'Aosta, con corrispondente destinazione di risorse economiche. L'intento di organizzare efficacemente l'attività educativa si concretizza nella predisposizione di un piano di educazione ambientale in 9 delle 17 Agenzie censite. Circa le attività di informazione e comunicazione ambientale il Piemonte, la Toscana e il Veneto sono le Regioni in cui si è vista una concreta attivazione di tutti i canali preposti all'informazione e comunicazione ambientale: dall'Ufficio Stampa all'Ufficio Relazioni con il Pubblico con articolazione territoriale, editoria e centro di documentazione, organizzazione di seminari e convegni e partecipazione a rassegne espositive. Complessivamente solo 6 Agenzie su 17 hanno attivato l'Ufficio Stampa e il Centro di Documentazione e 5 l'Ufficio Relazioni con il Pubblico. Per l'editoria soltanto Emilia-Romagna, Piemonte e Toscana pubblicano il periodico dell'Agenzia.

e) Il "Sistema Qualità" nelle ARPA/APPA.

A completamento della panoramica circa lo stato del sistema agenziale, nella presente rilevazione è stata introdotta una nuova scheda rivolta a individuare il posizionamento delle singole Agenzie in relazione all'attuazione del "Sistema Qualità". Le Agenzie Ambientali, nel loro costante interagire con Enti, Istituzioni, ma soprattutto, cittadini, non possono prescindere da principi volti a migliorare l'efficienza nella produzione dei servizi ma soprattutto la qualità offerta degli stessi nei confronti degli interlocutori esterni. Verso questi obiettivi di qualità si sta muovendo una significativa parte delle Agenzie attraverso l'adozione con atto formale di un "Sistema Qualità": Emilia-Romagna, Liguria, Marche, Piemonte, Toscana, Valle D'Aosta, Veneto e Bolzano. Tra queste Emilia-Romagna, Marche, Piemonte, Valle D'Aosta e Trento hanno tutti i laboratori conformi (audit esterno) alla UNI EN CEI 45001, mentre Emilia-Romagna, Marche, Valle D'Aosta e Veneto hanno conseguito la conformità delle strutture alla ISO UNI 9001 (9002). Sul fronte della tutela dei cittadini attraverso l'offerta di strumenti che consentano loro un controllo della qualità dei servizi offerti, solo Abruzzo, Toscana e Veneto hanno predisposto la Carta dei Servizi, anche se con una redazione parziale delle specifiche per Toscana e Veneto, mentre è in corso di realizzazione in Piemonte e Umbria. Infine per quanto attiene agli *Standard* di produzione dei servizi, Emilia-Romagna, Piemonte, Toscana, Valle D'Aosta e Veneto, sono le uniche Regioni in cui si sta attivamente provvedendo a predisporre i contenuti.



## Il GPS per il controllo e la gestione ambientale. Le attività dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente dell'Umbria

**Gianluca Paggi**, Agenzia Regionale Protezione Ambientale dell'Umbria.

*Sessione tematica Conoscenza*

### Introduzione

L'ARPA Umbria nel 2000 ha avviato un'intensa attività di rilevamento basata su strumentazioni di tipo GPS (*global position system*) nell'ambito dei progetti speciali per poi estenderla a tutta l'attività istituzionale. La dotazione strumentale prevede GPS di diverso costo e prestazioni per la copertura di tutte le esigenze dell'Agenzia e in particolare:

- n. 2 GPS topografici, singola frequenza con *modem* GSM (*Leica GPS System 510*);
- n. 1 GPS palmare GIS (*Trimble Geoexplorer 3c*);
- n. 14 GPS palmari (*Garmin 48*).



### Il sistema di riferimento

L'attività di rilievo basata su strumentazione GPS trova il suo naturale complemento nell'ambito della realizzazione di un sistema GIS. La costruzione di una struttura integrata GIS-GPS ha permesso di determinare definitivamente il sistema di riferimento nel quale sviluppare tutta la cartografia e la georeferenziazione delle informazioni territoriali acquisite.

Nell'ambito dei sistemi di riferimento esistenti la scelta effettuata da ARPA UMBRIA è stata quella di adottare le coordinate Gauss-Boaga (*datum* Roma 40 - Fuso Est) anche per omogeneità con la produzione cartografica sia della Regione dell'Umbria che dell'IGMI ipotizzando in futuro un passaggio alle coordinate UTM (*datum* WGS84 - Fuso 33).

Nei rapporti con altri Enti che adottano altre soluzioni, la scelta sopra individuata comporta i noti problemi di conversione di coordinate per ottenere dati cartograficamente omogenei. A tale proposito sono state messe a punto tutte

le procedure necessarie per la conversione delle coordinate fra i principali sistemi nazionali con errori contenuti in limiti ampiamente accettabili per le esigenze dell'Agenzia.

Tali procedure, per quanto affidabili, sono comunque approssimate e sicuramente di applicazione molto delicata soprattutto su grandi estensioni areali; sarebbe pertanto auspicabile predisporre uno standard unico per il sistema delle agenzie ANPA-ARPA/Enti Locali che permetta lo scambio di informazioni omogenee.

### Principali applicazioni

#### *Strumenti Topografici*

Gli strumenti di tipo topografico permettono di realizzare dei rilievi in modalità statica o cinematica con ordine di precisione centimetrica e in tempo reale con precisione decimetrica.

In molte applicazioni dell'Agenzia tali livelli di precisione si dimostrano indispensabili, esempi ne sono le attività sviluppate nell'ambito dei progetti P.R.I.S.M.A.S. e M.I.C.R.A.T. oltre al rilievo di siti contaminati o al controllo plano-altimetrico di discariche.

La configurazione *hardware* e *software* con la quale gli strumenti sono equipaggiati permette il loro utilizzo anche come strumentazione GIS sia in tempo reale (precisione decimetriche) che in *post-processing* (precisioni centimetriche). Grande parte dei rilievi effettuati è stato eseguito in *post-processing* e l'inquadramento nella rete nazionale è stato effettuato previo riattacco alla rete IGM95 oppure grazie ai dati della stazione fissa UNPG messi gentilmente a disposizione dal Prof. Fabio Radicioni responsabile del Laboratorio di Topografia e Fotogrammetria che fa parte del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale della Facoltà di Ingegneria di Perugia.



La maggior parte dei rilievi topografici di interesse dell'Agenzia sono relativi a punti distribuiti su grandi estensioni areali e con basse densità: il sistema GPS si presenta pertanto di grande utilità ed economicità rispetto a sistemi di rilievo tradizionali; rimane di grande delicatezza il problema della determinazione della quota geoidica.

#### *Strumenti palmari GIS.*

La strumentazione palmare GIS permette la realizzazione di rilievi con precisione metrica (in *post-processing*) associata alla creazione, direttamente in campagna, del data base specifico dell'attività in quel momento eseguita.

La strumentazione è utilizzata, in questa fase, prevalentemente per la creazione del catasto delle sorgenti NIR con l'immediata georeferenziazione e caratterizzazione della sorgente stessa e per il posizionamento dei punti di misura per i necessari controlli. In entrambi i casi la precisione raggiunta permette l'utilizzo delle informazioni metriche per i relativi calcoli previsionali.

#### *Strumenti palmari*

La strumentazione palmare è stata assegnata alle sezioni territoriali e permette la georeferenziazione (con precisione di navigazione) di tutte le attività esterne che sono esercitate quotidianamente dai tecnici dell'ambiente:

- punti di prelievo di acque superficiali;
- discariche abusive e abbandoni di rifiuti;
- censimenti di allevamenti e catasti in genere;
- emissioni in atmosfera;
- interventi di emergenza;
- controlli sulle attività produttive;
- altro.

La ripetibilità delle misure GPS permette, anche ad operatori diversi o in stagioni diverse, di collocarsi sostanzialmente nella medesima posizione utilizzando come guida lo strumento stesso con evidenti vantaggi sia in termini di tempo che di garanzia di posizionamento.

### **Conclusioni**

I dati provenienti dai rilievi GPS confluiscono nel *datawarehouse* dell'Agenzia per i successivi utilizzi:

- GIS;
- LIMS (*laboratory information management system*);
- GESTARPA (applicazione gestionale controlli del territorio);
- altro.

Le principali peculiarità dei sistemi sopra descritti si possono riassumere nei seguenti punti:

- velocità del rilievo (dipende dal metodo di rilievo scelto in funzione della precisione richiesta);
- il rilievo di campagna, in generale, può essere fatto da una sola persona e associato ad altre attività;
- la precisione finale del rilievo può essere riferita all'attività in corso con la conseguente scelta degli strumenti e dei metodi da utilizzare;
- i dati del rilievo sono immediatamente disponibili per le applicazioni dell'Agenzia (GIS, LIMS, GESTARPA ecc.).

Sono in fase di studio avanzato alcune attività (tra cui la sperimentazione con TIM) che dovrebbero portare alla georeferenziazione con precisione metrica in tempo reale di tutti gli strumenti in dotazione all'Agenzia.



## Organismi geneticamente modificati Una nuova area di attività dell'ANPA

**Maria Rosaria Marotta**

*ANPA – Dipartimento Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi  
Componente della Commissione interministeriale di coordinamento per le Biotecnologie*

Le biotecnologie avanzate consentono di intervenire direttamente sul patrimonio genetico degli organismi viventi e di introdurre determinate modificazioni desiderate.

Ai sensi dell'art. 2 della Direttiva 90/220/CEE, si deve intendere per *Organismo Geneticamente Modificato (OGM)*, un organismo il cui materiale genetico è stato modificato in modo diverso da quanto si verifica in natura con l'accoppiamento e/o la ricombinazione genetica naturale.

Vaste e interessanti sono le applicazioni delle biotecnologie nella medicina, nell'industria, nell'allevamento animale. Ancora più ampio e profondamente rivoluzionario è, almeno allo stato attuale, l'impatto di queste nell'agricoltura.

La rapida espansione delle biotecnologie avanzate è avvenuta senza che i singoli paesi abbiano avuto modo di dotarsi delle competenze necessarie e degli strumenti idonei a valutare e controllare correttamente le loro applicazioni.

Anche nel caso degli OGM, che costituiscono una delle più conosciute applicazioni delle biotecnologie innovative, non ci sono ancora strumenti appropriati per controllare i loro effetti sulla salute e sull'ambiente. Inoltre si è creata una certa resistenza, accompagnata a volte anche da eccessivo allarmismo per scarsa e non corretta informazione, da parte dell'opinione pubblica che non vede sufficientemente garantita la salute, l'ambiente e la libertà di scelta nell'acquisto dei prodotti alimentari. Anche per queste ragioni è sorta la necessità di controllare e regolamentare la commercializzazione e la sperimentazione di OGM. L'Unione Europea ha quindi predisposto appositi strumenti normativi, sia in campo alimentare, con il regolamento 97/258/CEE sui nuovi prodotti e i nuovi ingredienti alimentari, sia in campo ambientale, dove è in corso di approvazione la direttiva 2001/18/CE, sull'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati, che sostituirà la direttiva 90/220/CE recepita in Italia con decreto legislativo n. 92 del 3 marzo 1993. Secondo la direttiva 2001/18/CE sono previste due fasi per la commercializzazione degli OGM: una prima, in cui viene concessa l'autorizzazione al rilascio a livello nazionale di OGM per scopi sperimentali; una seconda, in cui si autorizza l'immissione sul mercato europeo, dopo il buon esito della valutazione degli esiti della sperimentazione.

Dal 1984 la Commissione Europea ha concesso undici autorizzazioni per l'immissione sul mercato di piante geneticamente modificate, autorizzazioni valide per tutti gli Stati membri ai sensi dell'articolo 15 della direttiva 90/220/CE.

Dal 1999 è in vigore una moratoria che ha bloccato tutte le autorizzazioni per il commercio di nuovi OGM in Europa, nel rispetto del principio di precauzione.

L'immissione sul mercato di nuovi OGM sarà consentita solo dopo l'approvazione, in sede comunitaria, di un preciso quadro regolamentare posto a tutela del consumatore e dell'ambiente. Attualmente in Italia si possono autorizzare, in seguito alla valutazione della Commissione interministeriale di coordinamento per le Biotecnologie, gli impieghi di OGM solo per scopi sperimentali. Dal 1992 al giugno 2000 sono state concesse 251 autorizzazioni per le piante superiori (PGM) e 16 per i microrganismi (MOGM).

Nel 2000 sono state autorizzate 26 nuove sperimentazioni e rinnovate 13 autorizzazioni pluriennali.

I luoghi di emissione, autorizzati nel 2000, da 68 si sono successivamente ridotti a 27 in seguito all'abbandono della sperimentazione resa di fatto impossibile dalle difficoltà dell'approvvigionamento delle sementi a seguito della mancata concessione del nulla osta, da parte del Ministro delle Politiche Agricole, alla movimentazione delle sementi OGM (ai sensi della legge sementiera del 25/11/71 n. 1096).

Tra le iniziative assunte nel contesto nazionale per controllare la problematica sugli OGM, il Ministero dell'ambiente ha incaricato l'ANPA "...di accertare l'incidenza sull'ambiente naturale della sperimentazione e dell'utilizzo di Organismi Geneticamente Modificati..." (D.M. del 26 luglio 1999, n. 943).

Per tale scopo è stato costituito un gruppo di lavoro interdipartimentale che ha elaborato un piano programmatico per il controllo degli impatti degli OGM sull'ambiente. Il piano prevede in particolare: la realizzazione di un *database* dei rilasci di OGM concessi dal 1996 e di una lista degli OGM in fase produttiva e sperimentale a livello internazionale, la creazione di un sistema ANPA/ARPA/APPA di controllo degli OGM sul territorio, la realizzazione di un GIS dei siti di sperimentazione, attività ed iniziative di formazione ed informazione. Attualmente si sta lavorando ad una prima individuazione dei rischi derivanti dal rilascio deliberato di OGM. Questo studio potrà anche essere utilizzato come base per la realizzazione, a supporto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di linee guida per l'analisi e la valutazione dei rischi connessi al rilascio nell'ambiente di OGM e alla realizzazione di linee guida per il monitoraggio post commercializzazione degli OGM, come previsto nella direttiva 2001/18/CE (allegati II e VII).

Nella fase iniziale di tale studio è stata effettuata una raccolta di articoli scientifici in materia di OGM, in particolare articoli che riguardano studi su impatti diretti e indiretti sull'ambiente. La raccolta è stata inserita in un *database* e viene continuamente aggiornata. È stata realizzata una banca dati contenente la localizzazione e la classificazione, per tipo di modificazione indotta, dei rilasci di OGM in Italia concessi dal 1996.

Dal 1999 si stanno raccogliendo in questa banca dati anche altre informazioni comunicate dai notificanti relative alla natura degli OGM rilasciati nell'ambiente, alle condizioni delle emissioni, alle possibili interazioni tra l'OGM e l'ambiente stesso, ai piani di sorveglianza e di controllo, alle caratteristiche ambientali dei luoghi di rilascio e ai metodi di monitoraggio degli OGM. Sulla base di alcune informazioni contenute in questa banca dati per gli anni 1999 e 2000, è stato realizzato dal Centro Tematico Nazionale Conservazione della Natura un primo indicatore di *pressione ambientale* "Territorio interessato da sperimentazione di organismi geneticamente modificati". Inoltre esiste una lista di OGM in fase produttiva a livello internazionale.

Per realizzare un sistema di controllo degli OGM attivo a livello nazionale è stata costituita una *Task Force* del sistema agenziale (ANPA, ARPA, APPA) per il raggiungimento degli obiettivi ritenuti prioritari quali: lo sviluppo di protocolli dettagliati da applicare nelle ispezioni dei campi sperimentali di OGM, la ricognizione e lo sviluppo dei metodi di analisi relativi agli OGM allo scopo di definire degli standard operativi e lo sviluppo del Sistema Informativo sugli OGM finalizzato alla raccolta e alla gestione delle informazioni prodotte sul tema allo scopo di supportare i decisori politici e informare il pubblico.



Inoltre l'ANPA fornisce al Ministero della Salute due esperti per la Commissione interministeriale di coordinamento per le Biotecnologie, come previsto dall'art. 14 del D. Lgs. del 12 aprile 2001, n. 206 (attuazione della direttiva 98/81/CE che modifica la direttiva 90/219/CE, concernente l'impiego confinato di microrganismi geneticamente modificati).

Tra le attività e iniziative di formazione ed informazione è stato organizzato il "Corso di formazione e aggiornamento per il personale delle ARPA-APPA in materia di Piante Geneticamente Modificate (PGM)". Il corso è stato diviso in cinque moduli multidisciplinari che hanno affrontato le tematiche connesse al rilascio e commercializzazione degli OGM dal punto di vista normativo, agronomico-botanico, ambientale, molecolare e dell'analisi e valutazione del rischio. Al corso erano ammessi, come uditori, partecipanti esterni alle Agenzie Ambientali.

L'ANPA sta realizzando un documento dal titolo "Piante Geneticamente Modificate e Ambiente" contenente informazioni scientifiche, normative e storiche sull'argomento, con una descrizione dei potenziali pericoli connessi al rilascio di questi organismi nell'ambiente, con particolare riferimento alla realtà italiana. Un altro documento in corso di realizzazione è un "Manuale Naturalistico – Agronomico" che servirà come supporto per le ispezioni in campo di colture geneticamente modificate.



## La relazione sullo stato dell'ambiente in Liguria: il *report* sui controlli ambientali

Donatella Grimaldi, Alessandro Parodi, Piero Rocca

*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente ligure*

### *Sessione tematica Conoscenza*

La Legge 61/94, istitutiva dell'A.N.P.A., chiudendo un complesso e difficile iter legislativo sulle competenze tecniche per la tutela ambientale, ha sancito il riordino e la riorganizzazione della materia, attribuendone le attività tecniche di controllo ad organismi territoriali specificamente istituiti, ovvero le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente.

Le A.R.P.A., dotate di strutture operative poste alle dipendenze funzionali delle Province, si configurano come enti strumentali multireferenziali, con compiti di consulenza e supporto in campo ambientale all'azione delle Regioni e degli Enti locali, e sono destinate, quindi, a rappresentare il riferimento unico di elezione per i controlli, i monitoraggi e per le altre attività tecnico-scientifiche finalizzate alla salvaguardia del patrimonio naturale.

Nelle attività di controllo è insito peraltro un elevato contenuto informativo, solo recentemente valorizzato: i dati acquisiti nel corso dei controlli ed i risultati dei controlli stessi possono essere trasformati in informazioni da raccogliere, elaborare e far fluire in un sistema informativo sistematicamente organizzato. Dallo stesso sistema informativo, così alimentato, si devono poter trarre gli elementi per la pianificazione dell'azione di controllo stessa e per la valutazione della sua efficacia.

Un ampio e solido bagaglio di conoscenze è alla base della predisposizione dei report ambientali, che sono premessa obbligata di ogni processo decisionale e strategia di governo del territorio e dell'ambiente, nonché supporto a politiche armoniche di sviluppo sostenibile. Il sistema dei controlli può consentire, fra l'altro, la verifica dell'efficacia degli interventi ambientali posti in atto.

Altro importante obiettivo dell'attività di *reporting* è la comunicazione ambientale tramite la divulgazione di informazioni alle istituzioni, ai cittadini, alle parti sociali ed alle forze produttive sullo stato dell'ambiente e sul complesso di attività finalizzate alla tutela degli equilibri naturali.

L'accresciuta sensibilità della cittadinanza sul problema della conservazione delle risorse ambientali e la consapevolezza del diritto ad un attento controllo da parte pubblica, rendono evidente la necessità di una gestione trasparente anche dell'azione di controllo.

Questa esigenza legittima di informazione sullo stato di salute ambientale e sulle verifiche attuate trova espressione anche nella stessa Legge 61/94, che introduce fra i compiti delle Regioni la pubblicazione annuale di relazioni preventive e consuntive sulle attività di controllo svolte a livello provinciale, indicanti tipo e quantità dei controlli effettuati, nonché "tipo e quantità di mezzi personali, reali e finanziari disponibili".

È interessante notare che la norma vuole fornire una risposta alle richieste di trasparenza della cittadinanza, imponendo di rendere pubblici, oltre ai livelli quali-quantitativi delle azioni di controllo, anche i dati sulle risorse e sui finanziamenti impiegati per farvi fronte.

La Regione Liguria e l'A.R.P.A.L. hanno redatto in stretta collaborazione il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente, seguendo per quanto possibile l'impostazione del metodo DPSIR.

Il Rapporto ha rappresentato l'occasione per pubblicare, come richiesto dalla L. 61/94, il report sui controlli ambientali, in una sezione dedicata espressamente al resoconto, in termini di quantità e tipologie, dei monitoraggi e dei controlli ambientali effettuati nel biennio 1999-2000.

I dati, comprensivi anche delle attività svolte direttamente dal personale delle Province, sono stati raccolti riprendendo le informazioni già analizzate per la predisposizione del precedente volume "Le Attività di controllo dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente ligure", riportante i dati sui controlli svolti nel 1997 dalle strutture delle AA.SS.LL. che sarebbero confluite in A.R.P.A.L. e nel 1998, anno del suo avvio operativo, dall'Agenzia stessa.

Lo sforzo di ricognizione ordinata ed uniforme delle numerose informazioni disponibili è stato orientato all'obiettivo di fornire una lettura omogenea nella presentazione e nei contenuti, che consenta il confronto e la valutazione delle prestazioni.

Grazie all'omogeneità del metodo di raccolta dei dati negli anni, si è così in grado di verificare gli andamenti ed effettuare i confronti sui livelli di controllo e sui risultati emersi, evidenziando i cambiamenti avvenuti nell'impostazione e negli obiettivi. I dati riferiti ad un arco temporale di quattro anni (1997, 1998, 1999, 2000) rappresentano una serie storica abbastanza significativa per evidenziare il percorso su cui il sistema dei controlli si è impegnato. Anche questa è certamente una forma di "monitoraggio", nel caso specifico rivolto ai controlli.

Le informazioni e la valutazione dei risultati dei controlli e dei monitoraggi sono state utilizzate, per quanto possibile, nella stesura del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente, per popolare gli indicatori e tracciare un quadro della situazione ambientale, delle pressioni e degli impatti relativi.

L'attività di controllo e di monitoraggio di A.R.P.A.L. viene espletata sulla base di piani operativi annuali, formulati in considerazione dei programmi trasmessi dalle Province, delle convenzioni stipulate con i Comuni e le Aziende Sanitarie locali, delle iniziative e dei progetti promossi direttamente dall'Agenzia o commissionati dalla Regione, nonché di una stima delle richieste di altri enti o di privati.

L'A.R.P.A.L., fin dal suo avvio operativo (1998), ha provveduto a dotarsi di un metodo di codificazione di tutte le attività svolte, al fine del loro monitoraggio e della conseguente pianificazione.

A tale scopo, sono state predisposte tabelle di riepilogo, una per ogni committente, in cui inserire, per ogni attività, sia il numero delle prestazioni pianificate che quello delle prestazioni effettuate, suddivise nelle voci "campioni" e "sopralluoghi". Tale schema, da aggiornare mensilmente, consente di avere un quadro completo dello stato di avanzamento dei lavori da utilizzare internamente all'Agenzia e come interfaccia con l'esterno (AA.SS.LL e Province).

Questa operazione di contabilità costituisce uno strumento indispensabile per un'azione dell'Agenzia non casuale, ma programmata e tesa al raggiungimento degli obiettivi istituzionali.

È infatti evidente che la pianificazione preventiva delle attività da eseguire nell'anno deve essere accompagnata da una valutazione periodica dello stato di attuazione dei programmi, in particolar modo nella circostanza in cui l'A.R.P.A.L. è tenuta a far fronte alle convenzioni sottoscritte.

La verifica del raggiungimento degli obiettivi fissati costituisce una modalità di

lavoro che l'Agenzia ha inteso attuare per proseguire la finalità primaria del rispetto degli impegni presi e della soddisfazione del cliente.

Il metodo sopra indicato ha consentito di registrare l'andamento dei controlli nell'arco degli anni di attività dell'A.R.P.A.L.; in merito si propongono le elaborazioni grafiche di sintesi riportanti i sopralluoghi effettuati e i campioni analizzati suddivisi nei diversi comparti ambientali negli anni 1997, 1998, 1999 e 2000.

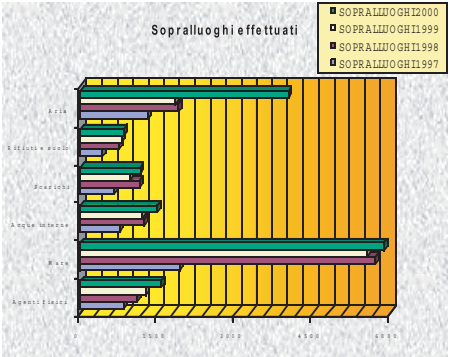
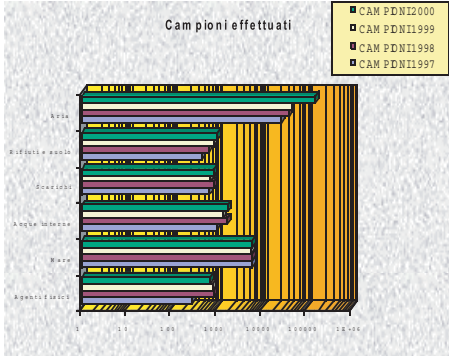
Occorre precisare che i dati afferenti al 1997 sono relativi alle prestazioni erogate dalle competenti strutture delle AA.SS.LL. (PMP e Servizi territoriali di igiene pubblica), confluite nell'Agenzia il 01/01/98. Dall'analisi delle elaborazioni risulta evidente un forte incremento dei controlli già dal primo anno di attività dell'Agenzia; risulta, altresì, che tale buon esito non solo si è mantenuto, ma è ulteriormente progredito nel corso degli anni successivi, mantenendo un andamento crescente in tutto il triennio preso in esame, pur in assenza di un incremento delle risorse. Sembra in particolar modo significativo il fatto che le prestazioni eseguite per conto delle Province, che costituiscono il primario committente istituzionale per i controlli ambientali, hanno registrato un *trend* fortemente positivo, raddoppiando nel 1998 e nel 1999 rispetto al 1997 e aumentando ulteriormente del 75% nel 2000.

Sopralluoghi	1997	1998	1999	2000
Province	2288	4257	4191	7011
Comuni	581	511	694	888
Arpal	10819	11904	4314	5119
Privati	337	305	7044	4995
ASL	16300	20681	18709	19761
<b>Totali</b>	<b>30325</b>	<b>37658</b>	<b>34952</b>	<b>37774</b>

Comparti	1997	1998	1999	2000
Province	28007	42782	48239	155741
Comuni	118	161	126	214
Arpal	271	1463	1133	7991
Privati	8478	8039	6206	6146
USL	35212	32911	31035	31036
<b>Totali</b>	<b>72086</b>	<b>85356</b>	<b>86739</b>	<b>201128</b>

MATRICE	SOPRALLUOGHI 1997	SOPRALLUOGHI 1998	SOPRALLUOGHI 1999	SOPRALLUOGHI 2000
Agenti fisici	835	1096	1268	1563
Mare	1924	5717	5567	5876
Acque interne	757	1244	1190	1483
Scarichi	651	1136	952	1155
Rifiuti e suolo	408	753	793	841
Aria	1297	1894	1843	4029
<b>TOT</b>	<b>5872</b>	<b>11840</b>	<b>11613</b>	<b>14947</b>

MATRICE	CAMPIONI 1997	CAMPIONI 1998	CAMPIONI 1999	CAMPIONI 2000
Agenti fisici	283	865	822	723
Mare	6200	6068	5918	6142
Acque interne	996	1658	1371	1739
Scarichi	674	852	725	858
CQ	0	0	0	24
Rifiuti e suolo	468	654	845	1037
Aria	26829	40392	46029	154517
TOT	35450	50489	55710	165040



## L'affidabilità delle misure: primo rapporto sull'attività del settore metrologia di ARPAL

dott. M. Garbarino, A.R.P.A.L. Direzione Scientifica  
dott. S. Maggiolo, A.R.P.A.L., Dipartimento Provinciale di Genova

### Sessione tematica Conoscenza

Per garantire la qualità dei risultati delle prove effettuate, il laboratorio che le produce deve introdurre, implementare e mantenere un adeguato sistema di qualità.

In particolare la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 tra i requisiti tecnici assegna grande importanza al capitolo della validazione delle metodiche di prova, alla taratura delle apparecchiature utilizzate e alla stima dell'incertezza di misura.

ARPAL ha previsto fin dal suo avvio di creare una struttura che supportasse e coadiuvasse la rete dei laboratori dell'Agenzia nell'affrontare le problematiche sopraindicate. È stato infatti inserito nel regolamento di Organizzazione dell'Agenzia un settore di metrologia ubicato presso il Dipartimento di Genova ma a valenza interdipartimentale. Nelle fasi operative iniziali è stata prevista anche un'apposita convenzione con l'Università di Genova Dipartimento di Fisica per avere un supporto sia operativo sia in termini di formazione. La responsabilità del settore è affidata ad un fisico Dirigente e vi lavorano altri due laureati, un fisico ed un chimico. Il settore interagisce fortemente con i Dipartimenti, la Direzione Scientifica dell'Agenzia ed il Servizio Assicurazione Qualità.

Le macroattività assegnate per competenza al Settore Metrologia sono indirizzate al raggiungimento degli obiettivi di qualità del dato attraverso attività di taratura, attività di analisi delle problematiche della misura e della significatività dei risultati, attività relativa all'effettuazione di test interconfronto e alla gestione di materiali di riferimento, attività di formazione, informazione e supporto tecnico.

L'attività di taratura iniziata già nel 1998 ha assunto un forte sviluppo nell'estate del 2000 e riguarda la taratura ed il controllo periodici e sistematici del parco strumenti di ARPAL relativamente *alle bilance* ed alla strumentazione termica (termometri, stufe, muffole, termostati, frigoriferi, congelatori). Sono stati eseguiti quattro cicli di taratura/controllo per ogni laboratorio dipartimentale con oltre 600 operazioni di taratura/controllo eseguite.

Il continuo *feedback* con le strutture di laboratorio agenziali e la centralità del settore metrologia nel sistema di assicurazione qualità, hanno consentito di ottenere un sensibile miglioramento dello stato di taratura delle apparecchiature. È stato messo a punto un *database* per il monitoraggio della strumentazione e la gestione dell'attività di taratura/controllo. Il sistema permette di conoscere la storia di ogni strumento (collocazione, campo di utilizzo, interventi di manutenzione, ecc.), il controllo dello stato dello strumento nel tempo (carta di controllo), gli esiti ed i rapporti di taratura/controllo; inoltre è a disposizione l'elenco aggiornato della strumentazione con controllo o taratura in scadenza.

Il settore metrologia partecipa all'implementazione del sistema di qualità dell'Agenzia fornendo il supporto alla predisposizione delle procedure tecniche che riguardano la taratura delle apparecchiature e l'analisi della significatività dei dati.

Per quel che riguarda la validazione dei metodi di prova sono stati creati appositi fogli di calcolo statistico per agevolare gli operatori nel calcolo dei parametri di qualificazione dei metodi (limite di rilevabilità, ripetibilità, incertezza). Relativamente alla stima dell'incertezza è stato avviato lo studio sistematico delle metodiche volto all'individuazione delle sorgenti di incertezza e alla propagazione delle stesse. È già stata completata l'analisi di 30 metodi semplici ed è stato avviato lo studio del calcolo della stima dell'incertezza per metodi strumentali complessi.

ARPAL ha promosso fin dalla sua istituzione un forte sviluppo all'attività di intercalibrazione per monitorare l'affidabilità dei dati prodotti dai laboratori attraverso la realizzazione di un programma sistematico di partecipazione a circuiti interlaboratorio che viene redatto annualmente dalla Direzione Scientifica ed inserito nella documentazione del sistema Qualità. I risultati vengono valutati assumendo il criterio di accettabilità adottato dai singoli circuiti ed organizzati in un data base informatizzato. Viene redatto un rapporto annuale nel quale vengono rappresentati con l'ausilio di tabelle e grafici le situazioni dei diversi laboratori. In particolare per i parametri chimici vengono rappresentati gli andamenti degli Z-score relativi a gruppi omogenei di parametri (metalli, anioni, IP A, PCB ecc.) per le matrici più studiate.

Oltre alla partecipazione ai circuiti esterni, grazie ad una stretta collaborazione tra la Direzione Scientifica, il settore metrologia e le strutture dei dipartimenti, è stato realizzato un programma di test di intercalibrazione interno facendo uso di matrici naturali o di materiali di riferimento certificato; la gestione di tali circuiti e la relativa trattazione statistica dei risultati è affidata al settore metrologia. Test di intercalibrazione vengono anche regolarmente inseriti nei principali progetti di interesse ambientale a cui partecipa l'Agenzia, coinvolgendo Università e centri di altre Agenzie.

Il settore metrologia si occupa anche della gestione dei materiali di riferimento-certificati, garantendo la disponibilità ai diversi utilizzatori dell'Agenzia e assicurando la corretta conservazione ed il controllo di validità degli stessi.

Il settore metrologia provvede a garantire il supporto tecnico per tutte le problematiche metrologiche anche attraverso iniziative di formazione. In collaborazione con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova sono stati organizzati cicli di seminari su più livelli (base ed avanzato) che hanno coinvolto tutto il personale tecnico dei laboratori sulle problematiche metrologiche con particolare riferimento alla validazione dei dati, la stima dell'incertezza e la trattazione statistica dei dati.

Il Settore Metrologia costituisce il naturale supporto tecnico-logistico della procedura di accreditamento secondo la modalità multisito "orizzontale".

In prospettiva, più centri di "metrologia" accreditati SIT, al servizio di più Agenzie, con un centro guida situato presso ANPA, potrebbero costituire un formidabile traguardo che garantirebbe l'affidabilità e la confrontabilità del dato nell'intero sistema a rete dei laboratori delle Agenzie.



## Le banche dati ambientali: progettazione e raccolta dati sul territorio della regione Liguria

**N. Dotti, G. Raffetto, B. Moncalvo, R. Martini**

*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente ligure*

*Sessione tematica Conoscenza*

Nonostante fosse da tempo in funzione il Sistema Informativo Regionale Ambientale (S.I.R.A.), in Liguria la situazione era di scarsa disponibilità e fruibilità di dati. Pertanto, la Regione e la società informatica "Datsiel", nell'ambito di un progetto Ecozero, hanno chiamato l'Agenzia a collaborare ad una serie di iniziative che si proponevano di avviare, almeno parzialmente, alla situazione. L'approccio prevedeva sia una razionalizzazione ed implementazione della base dati, sia una raccolta di elementi conoscitivi allo scopo di disporre di un insieme di dati che fosse:

- significativo della situazione ambientale nelle aree interessate;
- omogeneo dal punto di vista della fruizione e di affidabilità certificata.

Le caratteristiche del DB ed i dati da inserire erano primariamente finalizzati ai seguenti obiettivi:

- rispondere alle necessità conoscitive relative alla programmazione regionale;
- soddisfare le richieste informative della legislazione vigente;
- migliorare la fruibilità dei dati da parte delle istituzioni e dei cittadini.

La raccolta dei dati ha riguardato le aree in obiettivo 2 al 1997 (45 comuni su 235, di cui Savona, Genova e La Spezia solo parzialmente e con la provincia di Imperia totalmente esclusa). È tuttavia da notare che i comuni considerati erano quelli con la maggior presenza industriale e pertanto con le problematiche ambientali più rilevanti.

Gli elementi raccolti erano di tipo alfanumerico e sono state prese in considerazione 25 entità ambientali differenti per un totale di 152.653 dati inseriti nel SIRA. Nella sottostante tabella vengono riportate le entità considerate.

Denominazione entità	
Sorgenti, pozzi e falde	Emissioni in atmosfera
Scarichi	Zonizzazione acustica
Condotte a mare	Frane e dissesti
Dati Ambientali Marini	Opere in alveo
Acque di balneazione	Bonifica montana
Sedimenti marini	Consolidamento abitati
Trasporto solido	Sondaggi
Reti acquedottistiche	Rifiuti
Impianti di depurazione	Danni da evento calamitoso
Reti fognarie	V.I.A.
Potabilità delle acque	Dati relativi al traffico
IBE	Titolarità dei dati
Acque superficiali	

Il lavoro si è svolto per fasi successive e l'Agenzia, anche nella sua veste di gestore del sistema Informativo regionale, ha collaborato all'intero sviluppo dell'iniziativa. Le tappe sono riportate nella tabella che segue.

---

#### Fasi organizzative

---

Definizione delle necessità  
 Messa a punto del DB concettuale  
 Elaborazione tracciato record  
 Organizzazione delle tabelle  
*Link* tra le tabelle  
*Link* tra i prodotti  
 Riorganizzazione S.I.R.A.

---

La raccolta dati vera e propria, affidata ad una ditta tramite una procedura di gara europea, è stata effettuata presso fornitori di dati selezionati (costituiti dai principali detentori degli stessi) seguendo le modalità appresso elencate:

- raccolta dei dati nel formato originale (cartaceo od informatico);
- inserimento su specifici SW (di primo appoggio) che garantissero comunque il successivo inserimento in S.I.R.A.;
- caricamento su S.I.R.A.

In particolare, il ruolo dell'ARPAL, che costituiva comunque il principale fornitore di dati, è stato principalmente quello di:

- collaborare alla stesura del DB concettuale ed alla predisposizione del tracciato *record*;
- verificare che la ditta aggiudicataria della raccolta dati svolgesse correttamente la propria attività;
- collaborare alle verifiche finali dei prodotti sviluppati.

Più nel dettaglio, le verifiche, effettuate su una percentuale dello 0% dei *record* raccolti, hanno riguardato:

- compatibilità col tracciato S.I.R.A. (soprattutto per i dati obbligatori);
- controllo della consistenza dei dati acquisiti, della correttezza del trasferimento e della precisa georeferenziazione per ogni singolo prodotto (eventualmente con i collegamenti indispensabili);
- controllo quantitativo generale;
- controlli generali sulla georeferenziazione.

Nel "nuovo" S.I.R.A. la georeferenziazione assume un ruolo fondamentale ed è in certo senso "il perno" attorno a cui ruotano i rimanenti dati, in quanto, tramite il collegamento alla cartografia informatizzata regionale, anch'essa in parte sviluppata in un'altra sezione del progetto, consente di valutare la situazione globale dal punto di vista delle fonti di inquinamento o comunque di degrado ambientale, una porzione di territorio.

Per approfondire l'insieme del progetto Ecozero, è opportuno collegarsi allo specifico sito (<http://ecozero.liguriairete.it/lecozero>). Invece l'attuale configurazione di S.I.R.A. è per ora disponibile solo su "Intranet" per gli utenti abilitati.

Un esempio, riguardante gli scarichi, della struttura di S.I.R.A. che emerge dall'insieme delle nuove attività è riportato nello schema posto nella pagina precedente.

Si era rilevato che la raccolta e la restituzione dei dati sviluppata nella parte del progetto in cui è intervenuta l'Agenzia era esclusivamente di tipo alfanumerico: vi è tuttavia una significativa eccezione, che riguarda i dati biologici. Infatti i risultati dell'mE sono collegati ad un supporto cartografico che permette, attraverso una suddivisione dei corsi d'acqua in "tratti" di ottenere in tempo reale la cartografia tematica della qualità biologica per i corsi d'acqua d'interesse più, sempre in tempo reale, i risultati vengono elaborati, così come previsto dal D. Lgs. 152/99 ed è pertanto possibile cartografare la situazione media di un insieme di stazioni in un intorno di tempo prefissato.



## Definizione e strutturazione di un sistema informativo territoriale ambientale inerente il dipartimento di Biella

**Maria Pia Anselmetti**, *Direttore Dipartimento di Biella*

**Massimiliano Greco**, *Referente Informatico e Informativo - Dipartimento di Biella*

**Aldo Tocchio**, *Stage presso il Servizio Cartografico - Dipartimento di Biella*

Il Dipartimento di Biella, ultimo fra i dipartimenti attivati da ARPA Piemonte, ha ritenuto opportuno strutturare in modo ordinato ed organico le informazioni ambientali che quotidianamente vengono raccolte e trattate.

La natura eterogenea dei dati e la loro numerosità ha imposto la necessità di ricercare un sistema efficace di gestione e di rappresentazione dei dati ricorrendo alla utilizzazione del GIS come collettore di tutte le informazioni.

Inizialmente la struttura della banca dati geografica è stata definita in modo distinto per ciascuna area tematica e per i progetti in corso.

In un secondo tempo è sorta la necessità di contemperare due diverse esigenze:

- fornire agli utenti una visione complessiva dello stato e delle pressioni ambientali del territorio Provinciale;
- fornire un'interfaccia semplice ed efficace agli utilizzatori interni per l'aggiornamento e l'implementazione dei dati.

La potenzialità e scalabilità del *software Arcview* e del suo linguaggio di programmazione *A venue* è stata adattata alle esigenze delle aree tematiche.

Per ciascuna area sono state quindi definite alcune sottoclassi relative a specifici progetti.

Alle diverse tipologie di utenza interne è stato fornito:

- un applicativo specifico in *Access* che permettesse l'inserimento dei dati per ciascuna delle aree tematiche;
- aria;
- suolo e rifiuti;
- ciclo dell'acqua;
- agenti Fisici;
- conservazione della natura;

e per i servizi:

- V.I.A.;
- servizio territoriale o Rischio tecnologico.
- un applicativo *Arcview* per la visualizzazione e l'interrogazione dei dati per ciascun Responsabile di Area e di Servizio.

È stato quindi realizzato un collegamento diretto e automaticamente aggiornabile tra il *database* contenente le informazioni alfanumeriche trattate in dipartimento (Anagrafiche, Info costruttive, Info ambientali, dati analitici pregressi) e gli oggetti ambientali georeferenziati.

Poiché è importante disporre di elaborazioni riguardanti le pressioni ambienta-

li anche in forma grafica, si è ritenuto opportuno utilizzare *excel* ormai ampiamente conosciuto e di collegare queste informazioni all'applicativo *arcview*. Per alcuni progetti in cui è stato necessario realizzare presentazioni con *Power-Point*, come la qualità dei corpi idrici nell'anno 1999 e l'Ottimizzazione delle operazioni di monitoraggio del bacino del fiume Sesia, si sono creati dei *links* con le aree tematiche interessate.

Un ulteriore impegno è stato richiesto per l'archiviazione di alcune informazioni generali come i vincoli territoriali e le stratigrafie dei pozzi; a tal fine si è realizzato un archivio interrogabile composto dalle immagini delle stratigrafie, dalle fotografie dei pozzi ed in ultimo dalle prove di pompaggio condotte.

Infine con l'ausilio dei seguenti motori di ricerca: per Comune; per Bacino; per Corpi idrici e per Oggetti ambientali è stata ottimizzata la fase di interrogazione del dato e della stampa della informazione richiesta.

## Realizzazione nuova sede del Dipartimento Provinciale ARPA di Udine



Attualmente il Dipartimento Provinciale di Udine trova sede nel complesso edilizio sito in via Colugna n. 42 all'interno del complesso ospedaliero di Santa Maria della Misericordia.

L'insieme degli edifici, già sede del Presidio Multizonale di Prevenzione, costituisce un totale di circa 20.000 mc. di volumetria lorda.

Il Policlinico Universitario di Udine ha richiesto l'acquisizione di tali immobili in quanto collocati in posizione favorevole per lo sviluppo delle loro attività. Il trasferimento dell'attuale sede risulta opportuna in considerazione della conformazione planivolumetrica scarsamente funzionale per le attività espletate.

Di concerto con l'Ufficio Urbanistica del Comune di Udine è stato analizzato il vigente P.R.G.C. individuando più ipotesi per la scelta del sito. L'ambito di intervento ricade in base alle norme di attuazione del vigente P.R.G.C. in zona omogenea "P" destinata a grandi servizi ed attrezzature di interesse regionale e/o comprensoriale. Dalle analisi svolte e da sopralluoghi effettuati è risultato idoneo un lotto edilizio compreso nel Piano Particolareggiato "Udine Sud-Ovest" adiacente alla nuova sede dei VV.FF.



La collocazione territoriale è risultata ottimale in quanto posta in adiacenza allo svincolo autostradale ed al contempo prossima alla zona urbana. Sono già presenti tutte le urbanizzazioni primarie. La sede del Dipartimento Provinciale ARPA sarà utilizzata dalla direzione del dipartimento con annessi uffici di segreteria ed amministrativi, dai laboratori chimici e biotossicologici, nonché dai servizi territoriali e sistemi ambientali. La vendita degli immobili comporterà inoltre un significativo introito di risorse finanziarie da utilizzare in reinvestimenti immobiliari con conseguente palese convenienza economica delle opzioni proposte. La ricollocazione della sede consentirà di progettare e di realizzare un fabbricato *ex-novo* con grande flessibilità d'uso avente struttura modulare ed impiantistica a vista o in controsoffitto limitanti al massimo le future spese manutentive. Si è ritenuto opportuno realizzare un'opera a struttura modulare comprendente un corridoio centrale e due vani laterali con diretto affaccio verso l'esterno con

destinazioni d'uso diverse in funzione delle specifiche esigenze per un totale di larghezza lorda trasversale di circa m. 13 per ogni modulo.

Per il citato complesso sono stati definiti i seguenti elementi dimensionali:

<i>Superfici lorde coperte:</i>	<i>zona uffici</i>	<i>mq.</i>	<i>1.700.-</i>
	<i>zona laboratori</i>	<i>mq.</i>	<i>2.500.-</i>
	<i>zona dep. -servizi.</i>	<i>mq.</i>	<i>1.200.-</i>
<i>Totale complessivo</i>		<i>mq.</i>	<i>5.400.-</i>
così suddivise:			
Piano terra	Mq.		2.475,00
Piano primo	Mq.		2.063,00
Piano secondo	Mq.		853,00
Totale superficie	Mq.		5.391,00
Superficie arrotondata	Mq.		5.400,00
Altezze lorde interpiano:	altezza netta	ml.	3.00.-
	zona controsoff.	ml.	0.60.-
	Solai e finiture	ml.	0.40.-
Totale complessivo		ml.	4.00.-
– Stima costo globale intervento:			
	Lire		8.262.000.000.-
	Euro		4.266.966,90
– Stima costo acquisizione area e relative imposte:			
	Lire		338.000.000.-
	Euro		174.562,43
Totale investimento:			
	<b>Lire</b>		<b>8.600.000.000.-</b>
	<b>Euro</b>		<b>4.441.529,33</b>

Esposizione grafica

Con l'elaborato grafico del poster si evidenziano le caratteristiche planovolumetriche dell'immobile in progetto derivanti da specifiche scelte di carattere tipologico funzionale ed estetico.

Uno specifico riquadro individua la zonizzazione dell'area prescelta dislocata fra l'agglomerato urbano della città di Udine ed il complesso delle infrastrutture di collegamento con gli assi viari e la rete autostradale.

Le planimetrie illustrano la dislocazione e la conformazione degli spazi previsti nel rigoroso rispetto della modularità che conferisce rapidità esecutiva e limitazione dei costi per la presenza di una standardizzazione edilizia di strutture, impianti e finiture nonché grande flessibilità d'uso.

La conformazione "a pettine" consente di ottenere un elevato grado di illuminazione di tutti gli ambienti previsti oltre agli elevati livelli prestazionali specie al piano terra nei riguardi della compartimentazione e delle vie di esodo verso luogo sicuro.

Considerata l'estensione dell'area di pertinenza si potrà procedere alla sua sistemazione esterna a verde entro la quale troverà posto un sistema di viabilità interna necessaria a consentire il rapido disimpegno delle operazioni di scarico dei campionamenti e di ogni altro tipo di materiale oltre a dare idoneo stationamento agli automezzi di proprietà dell'ARPA. L'utenza privata ed il personale ivi operante sarà servito da comodi e riservati parcheggi esterni già previsti dal Piano Particolareggiato.

Palmanova, 9 agosto 2002