

La rete integrata di biomonitoraggio dell'area industriale di Taranto

Giorgio Brunialti¹, Marco Calderisi¹, Luisa Frati¹, Cristina Nali²

¹TerraData srl environmetrics, Spin-off dell'Università di Siena; ²Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

In Italia le indagini di monitoraggio biologico vengono regolarmente svolte per lo più intorno a fonti puntiformi di emissione. Tuttavia l'applicazione delle diverse tecniche utilizzate non è normalmente strutturata nell'ambito di un programma di monitoraggio che consenta di integrare i risultati dei vari studi nello spazio e nel tempo in maniera coerente, riproducibile e difendibile. Questo approccio è stato invece adottato nella progettazione di quella che è probabilmente la rete di biomonitoraggio italiana più importante e peculiare, sia per la fonte di emissione indagata (l'acciaieria più grande di Europa), sia per la complessità della struttura (numero e tipo di indagini) sia, infine, per la molteplicità di competenze presenti nel gruppo di lavoro coinvolto. Questo articolo intende brevemente illustrare le fasi di progettazione e la struttura della rete.

Il progetto nasce a seguito della prescrizione n. 93 dell'Autorizzazione Integrata Ambientale relativa allo stabilimento siderurgico di ILVA SpA, sito nei comuni di Taranto e Statte, e alle successive risultanze dei lavori del Tavolo Tecnico istituito presso ISPRA. La rete è stata ideata e viene gestita da TerraData environmetrics con la collaborazione del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali dell'Università di Pisa. Hanno contribuito il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita e il Dipartimento di Farmacia dell'Università di Genova e il Dipartimento di Economia Politica e Statistica dell'Università di Siena. Le analisi sono svolte da due laboratori accreditati (Centro di Analisi CAIM e EcoResearch). Nelle varie attività sono coinvolti complessivamente 28 tra ricercatori e professionisti. Inoltre, il lavoro è sottoposto regolarmente ad un Comitato di Revisione composto da ricercatori e docenti afferenti a varie Università Italiane (Siena, Cagliari, Trieste e Bologna).

La struttura della rete integrata è nata da uno studio di fattibilità condotto nel 2013. Il dominio di studio (36 x 39 km) comprende l'area urbana e quella industriale di Taranto e dei centri abitati limitrofi, un'ampia parte di territorio a vocazione agricola e una zona di controllo che include il Parco Naturale Regionale Terra delle Gravine, la Riserva Naturale Orientata Bosco delle

Pianelle e la Riserva Statale delle Murge Orientali.

L'impostazione concettuale della rete si basa sull'assicurazione di una serie di requisiti, quali:

- una copertura dell'intera area di indagine, per avere un quadro complessivo della situazione, anche in zone ipoteticamente riferibili a condizioni di naturalità;
- gli approfondimenti richiesti dalla Prescrizione n. 93, in cui sono indicate alcune zone specifiche da monitorare;
- approfondimenti nelle aree di potenziale maggior impatto secondo i modelli diffusionali degli inquinanti atmosferici messi a disposizione da ARPA Puglia;
- una numerosità campionaria sufficiente per confronti statistici nel tempo e nello spazio;
- l'integrazione, almeno su un certo numero di stazioni, tra stazioni automatiche di rilevamento dell'inquinamento atmosferico e le varie misurazioni biologiche;
- l'inserimento sulla stessa rete di eventuali altre indagini che potessero rendersi necessarie, mantenendole quindi in un quadro metodologico coerente.

La rete è stata configurata a partire dall'indagine di biomonitoraggio della diversità lichenica, che poneva i limiti operativi più stringenti per la necessità di individuare alberi adatti al rilevamento. Il territorio è stato diviso in celle unichilometriche a partire da una delle UCP (Unità di Campionamento Primarie) della rete nazionale di rilevamento della biodiversità lichenica (ANPA, 2001). Successivamente, sono state selezionate 31 UCP con passo di 6x6 km in modo da coprire l'intera area di studio. Sono stati poi previsti degli infittimenti con passo di 3x3 km nelle aree maggiormente interessate dalle ricadute degli inquinanti, secondo i modelli diffusionali a disposizione, e infittimenti di passo 1x1 km per intensificare i rilevamenti sulle aree/quartieri della città di Taranto previsti dalla prescrizione. Tutte le potenziali UCP, incluse quelle di eventuale sostituzione in caso di inadeguatezza della prima selezione, sono state perlustrate in campo per poter selezionare gli alberi adatti al rilevamento della biodiversità lichenica. Uno studio di potenza ha permesso di valutare la numerosità campionaria necessaria per effettuare due ordini di confronti: il confronto nello spazio tra aree potenzialmente impattate dagli inquinanti atmosferici e no; il confronto nel tempo per valutare cambiamenti sia nelle aree impattate che no.

Per avere un quadro esaustivo degli inquinanti individuati dal Tavolo Tecnico, sono state installate cinque reti di biomonitoraggio, integrate fra loro e con le 12 stazioni automatiche di rilevamento della qualità dell'aria gestite da ARPA

Puglia (Tabella 1). E' stata considerata anche la variabilità intra-sito prevedendo la misurazione di repliche per stazione per ogni indagine.

Tabella 1. Rete integrata di biomonitoraggio.

Indagine	Inquinanti target	Metodologia	Siti, n	Repliche per sito, n
Biodiversità lichenica	SO ₂ , NO _x	IBL (ANPA, 2001)	42	2-6 alberi (<i>Olea europaea</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Q. pubescens</i> , <i>Q. trojana</i> e <i>Tilia</i> spp.)
Bioaccumulo mediante licheni	18 elementi	Esposizione di <i>Pseudevernia furfuracea</i> var. <i>ceratea</i> (Garty, 2001)	41	3 espositori
Bioindicazione dell'ozono	O ₃	Esposizione di kit miniaturizzati con germinelli di tabacco (Lorenzini, 1999)	28	3 kit (23 germinelli ciascuno)
Bioaccumulo mediante cavolo	IPA, diossine e furani, PCB	Esposizione di esemplari di <i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> (VDI 3957, 2000; 2008)	24	3 contenitori (6 piante ciascuno)
Bioaccumulo mediante aghi di pino	IPA, diossine e furani, PCB	Raccolta di aghi di pino d'Aleppo (<i>Pinus halepensis</i> ; Holoubek <i>et al.</i> , 2000; Piccardo <i>et al.</i> , 2005)	11	3 alberi

Il piano di monitoraggio prevede, per ogni attività, quattro campagne di misura, a cadenza annuale, nel periodo compreso fra il 2014 e il 2022. I dati raccolti nelle prime due campagne serviranno a ottenere un quadro esaustivo

della situazione della qualità dell'aria prima dell'attuazione di quanto previsto dall'A.I.A. (ex-ante) mentre quelli delle ultime due campagne saranno utili per avere un quadro della situazione ex-post. L'elaborazione integrata di tutti i dati raccolti sarà distinta in due fasi, rispettivamente ex-ante ed ex-post.

Ad oggi sono state svolte due campagne di monitoraggio della biodiversità lichenica, di bioaccumulo mediante licheni e di bioindicazione dell'ozono. È in fase di svolgimento la seconda campagna di monitoraggio di IPA, diossine e furani in piante di cavolo e aghi di pino.

Bibliografia

- ANPA, 2001. I.B.L. Indice di biodiversità lichenica. ANPA Manuali e Linee guida 2/2001: 185.
- Garty J., 2001. Biomonitoring atmospheric heavy metals with lichens: Theory and application. *Critical Reviews in Plant Sciences* 20: 309-371.
- Holoubek I., Kořínek P., Šeda Z., Schneiderová E., Holoubková I., Pacl A., Tříska J., Cudlín P., Čáslavský J., 2000. The use of mosses and pine needles to detect persistent organic pollutants at local and regional scales. *Environmental Pollution* 109: 283-292.
- Lorenzini G., 1999. Piante vascolari come bioindicatori della qualità dell'aria (inquinamento da ozono): proposte metodologiche. In: Piccini C., Salvati S. (Eds.) *Atti del Workshop 'Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale'*. Roma, 26-27 novembre 1998. ANPA, Roma, serie Atti 2: 123-143.
- Piccardo M.T., Pala M., Bonaccorso B., Stella A., Redaelli A., Paola G., Valerio F., 2005. *Pinus nigra* and *Pinus pinaster* needles as passive samplers of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environmental Pollution* 133: 293-301.
- VDI 3957, 2000. Biological measuring techniques for the determination and evaluation of effects of air pollutants on plants. Standardised exposure of green cabbage. VDI, Dusseldorf, 25 pp.
- VDI 3957, 2008. Biological measuring procedures to determine and assess effects of air pollutants on plants (bioindication). Procedure for standardised exposure of curly kale. VDI, Düsseldorf, 31 pp.