



Monitoraggio della mutagenicità di campioni di suolo nell'area circostante l'impianto di termodistruzione di Parma

Francesca Cassoni*, Annamaria Buschini^o, Paola Poli^o e Carlo Rossi^o

*: Arpa Emilia-Romagna, Sezione Provinciale di Parma

^o: Dipartimento di Genetica Antropologia Evoluzione, Università degli Studi di Parma

Lo studio del rischio derivante da una sorgente inquinante localizzata (inceneritore, industria, etc.) richiede una analisi di tutte le possibili emissioni/immissioni, prodotte durante le diverse fasi di processo, che possono interessare tutti i comparti ambientali (aria, acqua, suolo) e naturalmente tutti gli organismi viventi.

I prodotti derivanti dall'incenerimento di rifiuti solidi urbani ed industriali, che sono costituiti da miscele complesse di diverse classi di contaminanti, possono mostrare attività genotossica.

Quindi, in ambito analitico-preventivo, uno strumento di particolare sensibilità ed efficacia risulta essere la valutazione del carico mutageno/cancerogeno ambientale, derivante dall'attività degli impianti di termodistruzione, mediante l'utilizzo di test di mutagenesi a breve termine.

Dal 1988 al 1997 l'Arpa Emilia-Romagna Sezione Provinciale di Parma e l'Istituto di Genetica dell'Università di Parma, su convenzione con Azienda Municipalizzata per la Nettezza Urbana (AMNU), hanno condotto uno studio volto a valutare il carico genotossico/cancerogeno ambientale derivante dal termodistruttore di RSU di Parma (Rossi et al., 1991;1992), entrato in funzione nel 1975 in un'area situata nell'immediata periferia Nord della città. Lo scopo della ricerca era rilevare la presenza, o meno, di sostanze attive sul DNA nelle matrici di processo ed evidenziare eventuali ricadute di sostanze genotossiche nell'area circostante l'impianto stesso.

Matrici ambientali e di processo sottoposte a test di mutagenesi:

- matrici di processo: ceneri "fresche", polverino degli elettrofiltri, ceneri "vecchie" stoccate in un'area adiacente all'impianto e fumi al camino (ceneri volatili e liquido di condensa);
- campioni di terreno, prelevati a differenti distanze dal camino;
- campioni di particolato atmosferico prelevati nell'intorno del forno inceneritore (in zona non influenzata dalla ricaduta del camino) e in una zona della città a medio traffico (dal 1992).

I campioni sono stati saggiati tramite set di test di mutagenesi "a breve termine". Si sono utilizzati i ceppi TA98 e TA100 di *Salmonella typhimurium* (test di Ames) con e senza attivazione metabolica

esogena (S9). Inoltre è stato impiegato il ceppo diploide D7 di *Saccharomyces cerevisiae* per determinare le frequenze di conversione genica mitotica e reversione, con e senza attivazione metabolica endogena (attivazione del citocromo P-450) (Zimmermann et al., 1975). Nel medesimo ceppo D7 di *Saccharomyces cerevisiae* è stata valutata l'induzione di mutazioni sul DNA mitocondriale (Marmiroli et al., 1980).

Risultati

Questa analisi ha evidenziato la presenza di attività genotossica nel polverino, nelle ceneri fresche, nell'acqua di condensa dei fumi al camino e nelle ceneri volatili. La presenza di molecole genotossiche nei prodotti in emissione al camino ha reso necessaria un'ulteriore analisi della mutagenicità sul territorio, al fine di evidenziare ricadute nell'area circostante l'impianto stesso. A questo scopo si è scelto di analizzare una serie di campioni di terreno prelevati a differenti distanze dal camino. La presenza di sostanze mutagene è stata riscontrata in diversi campioni di suolo, specialmente in quelli collocati lungo la direzione prevalente dei venti. Ciò però non era ancora una prova inconfutabile della responsabilità dell'impianto, poiché non si conosceva la situazione ambientale precedente all'entrata in funzione del forno.

Nel maggio 1990 è stato provvisoriamente interrotto il funzionamento dell'impianto per la messa a norma del medesimo. La ristrutturazione è consistita nell'inserimento delle camere di post-combustione, dei bruciatori ausiliari, delle caldaie ad olio diatermico per il recupero del calore utilizzato per il riscaldamento dei fumi alla fine del ciclo di depurazione, delle torri di lavaggio e della strumentazione di analisi in continuo e in migliorie degli elettrofiltri.

Tale interruzione ha permesso di verificare con successivi campionamenti (dai 400 m ai 2 Km di distanza dal camino) (Fig. 1):

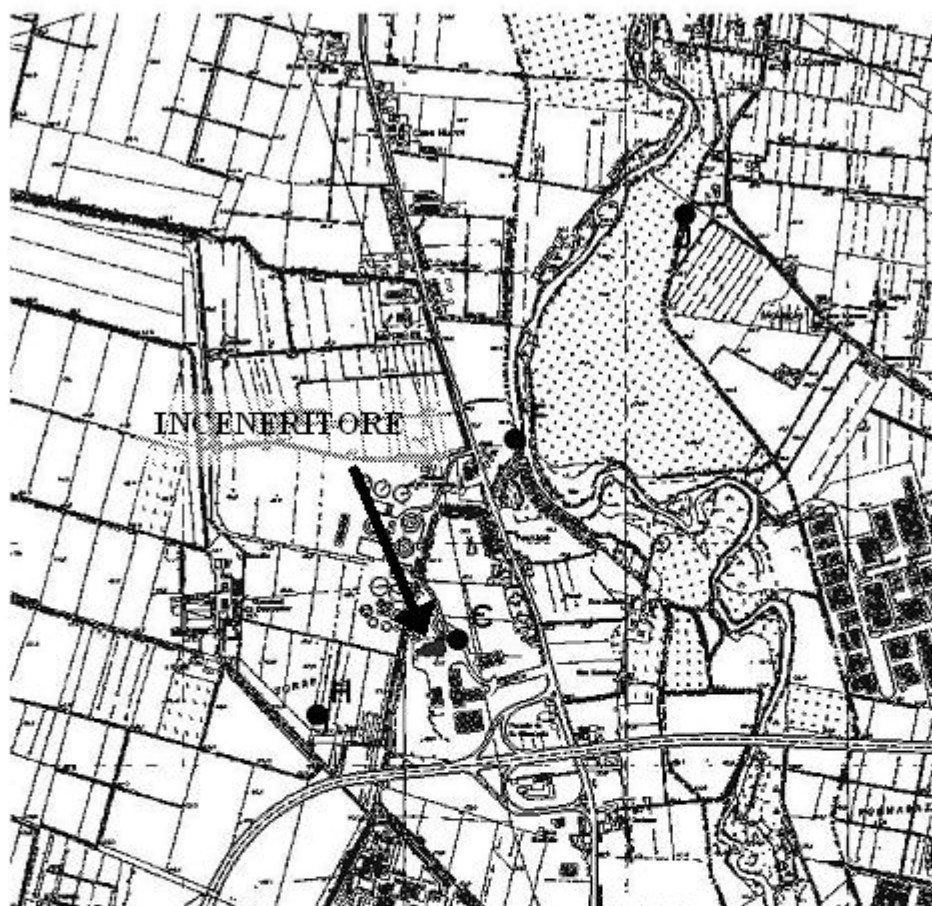
- l'effettiva correlazione tra le emissioni del forno e la mutagenicità dei campioni;
- il tempo di persistenza nel suolo degli effettori mutageni.

I prelievi sono stati effettuati nei campioni di suolo posti nella direzione dei venti prevalenti e che nelle campagne precedenti avevano mostrato una costante attività genotossica. Le distanze di tali punti dal camino variavano dai 400 m ai 2 Km.

I campionamenti effettuati in tempi diversi durante l'inattività del forno, della durata di circa un anno, hanno mostrato un sensibile abbattimento di agenti genotossici dopo circa sei mesi dallo spegnimento sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo; inoltre le differenze riscontrate tra i vari terreni non sono risultate correlabili con la loro composizione e tessitura. Tale "inaspettata" circostanza conferma la necessità di stimare la presenza di inquinanti genotossici nell'area

interessata da ogni futuro impianto industriale, specie se emettente in atmosfera, al fine di una successiva corretta valutazione dell'apporto inquinante dell'insediamento stesso.

Figura 1 – Localizzazione del forno inceneritore AMNU di Parma. Le lettere indicano i punti di prelievo dei campioni di suolo.



● Punti di prelievo

Nel Gennaio 1992, dopo la ripresa dell'attività dell'impianto di termodistruzione, l'attività genotossica dei campioni di suolo è risultata paragonabile a quella rilevata ad inizio studio. E' da sottolineare, però, che nei mesi intercorsi tra la ripresa dell'attività ed il momento del prelievo si è proceduto, da parte dell'Azienda, alla messa a punto dei processi di combustione che ha portato ad emissioni incontrollate come rilevato anche dai dati chimico-fisici al camino.

L'ottimizzazione dei sistemi di abbattimento, ottenuta successivamente e convalidata dai dati chimico-fisici rilevati sulle emissioni, è stata dimostrata dalla forte diminuzione dell'attività mutagena nei campioni successivi. Una maggior presenza di molecole ad attività genotossica è stata rilevata negli anni 1994 e 1997, l'incremento rilevato nell'ultimo periodo, specie nei terreni J e F deriva probabilmente dalla riapertura del forno dopo un periodo di inattività (10/08/97–23/10/97) per manutenzione straordinaria (Fig. 2).

Tale attività risulta, mediamente, della stessa entità di quella rilevata in un campione di suolo prelevato in una zona della periferia, comparabile per distanza dal centro urbano e per caratteristiche di viabilità alla zona dell'impianto.

Per valutare l'apporto del traffico autoveicolare al carico genotossico dell'area, è stata saggiata la mutagenicità del particolato atmosferico prelevato nell'intorno del forno in una zona non influenzata dalla ricaduta del camino e in una zona della città a medio traffico. Il confronto evidenzia, fino al 1994 (Fig. 3), bassa attività pressoché costante della zona adiacente al forno inceneritore mentre nelle altre zone della città si osserva una elevata fluttuazione legata a condizioni stagionali con punte di attività mutagena notevolmente superiori (Poli et al.,1992), in seguito si osserva un aumento della genotossicità del particolato atmosferico nell'area dell'impianto con andamento stagionale, dovuto presumibilmente all'aumento di traffico autoveicolare nella zona.

Figura 2 – Serie storica degli effetti mutageni nei vari test di mutagenesi nei campioni di suolo prelevati nell’area circostante l’impianto di termodistruzione di RSU di Parma.

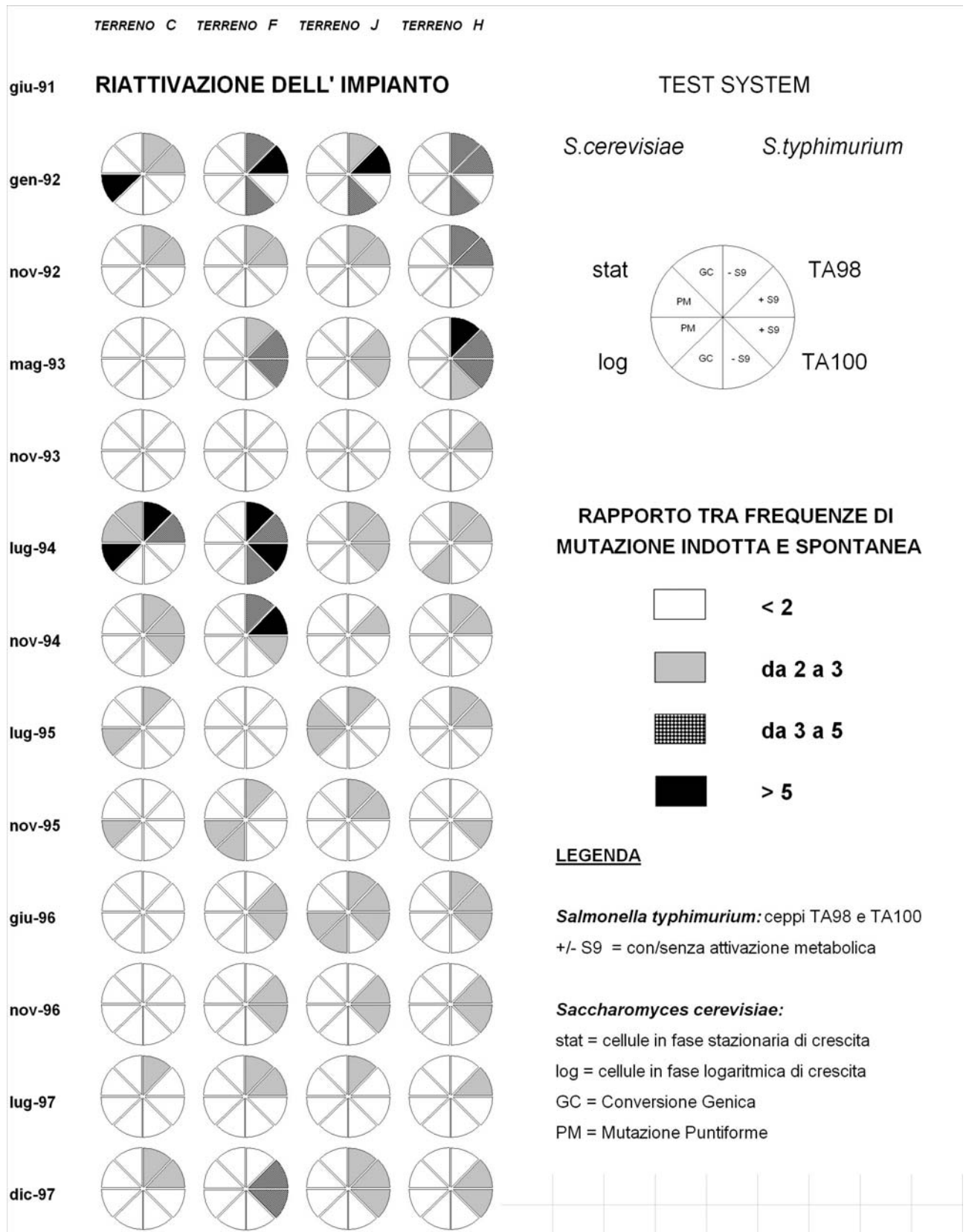
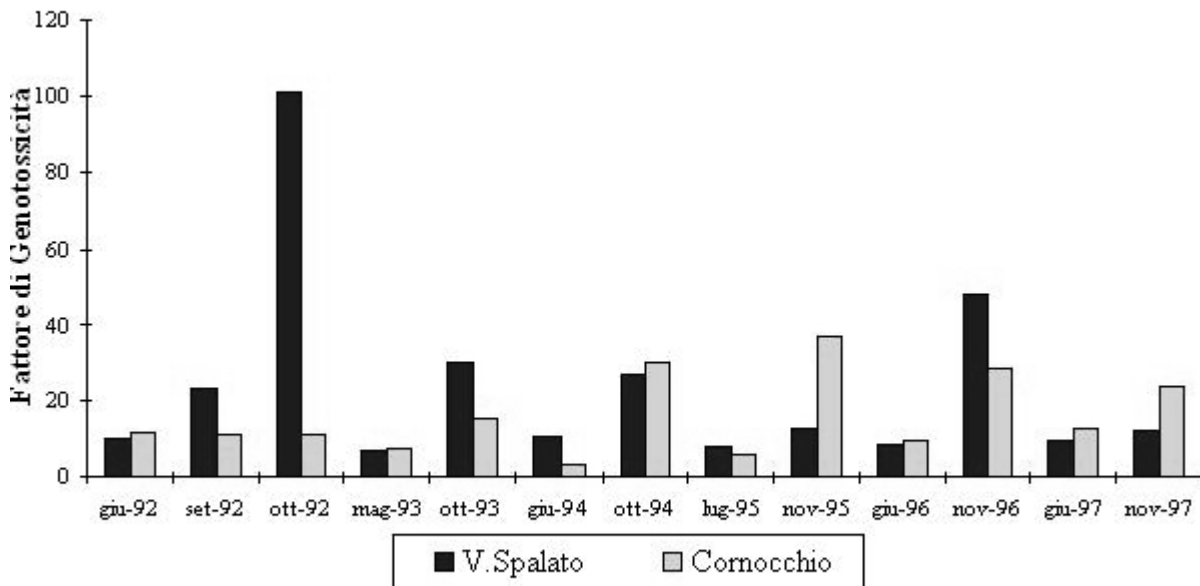


Figura 3 – Fattore di Genotossicità di campioni di particolato atmosferico prelevati a Parma in Via Spalato (area urbana) e in zona Cornocchio (area impianto di termodistruzione).



Si sono, inoltre, ricampionati i sottoprodotti del processo di incenerimento.

Le ceneri mostravano effetti debolmente positivi, mentre i campioni di polverino evidenziavano una positività più elevata nei diversi organismi, riconfermando le analisi precedentemente svolte. Rispetto ai campioni effettuati prima della messa a norma del forno è da sottolineare la scomparsa di attività mutagena nella condensa dei fumi al camino.

Così, se da un lato i campioni derivanti dai prelievi al camino mostrano scarsa o nulla attività genotossica e quindi un efficiente abbattimento del carico inquinante da parte dei nuovi sistemi introdotti, la positività dei campioni relativi al polverino ci ha permesso di suggerire una particolare attenzione nella successiva movimentazione, stoccaggio e smaltimento di tale matrice.

L'utilizzo dei test di mutagenesi nella valutazione dell'impatto sul territorio di una fonte localizzata ha permesso quindi di:

- evidenziare e correlare la ricaduta di sostanze mutageno/cancerogene con la fonte in emissione;
- definire la pericolosità delle matrici di processo e quindi suggerire corrette modalità di movimentazione e smaltimento;
- definire il tempo di persistenza degli agenti genotossici nelle matrici ambientali evidenziando il ruolo di "memoria storica" svolto dal suolo;
- confermare l'efficienza delle modificazioni apportate all'impianto in esame.

Per una corretta valutazione dell'impatto ambientale di un impianto di termodistruzione di RSU è necessario condurre indagini sulla possibile presenza di effettori mutageno/cancerogeni presenti nell'area indagata prima dell'insediamento dell'inceneritore. Per questo Arpa Emilia-Romagna ha condotto anche alcune campagne di "bianco" in aree destinate alla costruzione di nuovi impianti e in aree con già presenti gli impianti, ma non in attività da tempo, al fine di valutarne l'impatto alla ripresa dell'attività. Si riporta come esempio il monitoraggio della genotossicità di campioni di terreno e di particolato atmosferico nell'intorno della futura area di insediamento del forno inceneritore di una città dell'Emilia,

Scopo della ricerca:

- valutazione dell'inquinamento precedente ai lavori di costruzione e di un suo eventuale andamento temporale;
- identificazione dei siti più idonei di campionamento, al fine di stabilire i criteri temporali e spaziali per il controllo dell'eventuale contributo all'inquinamento ambientale del costruendo impianto.

Matrici indagate:

- particolato atmosferico prelevato in tre momenti successivi e in periodi stagionali differenti (1°: 13/06-16/07/1997; 2°: 17/11-18/12/1997; 3°: 21/04-25/05/1998) nell'area circostante il futuro termodistruttore;
- 6 campioni di suolo prelevati nell'area circostante il futuro termodistruttore in tre periodi successivi ai periodi di campionamento del particolato atmosferico (1°: 16/07/1997; 2°: 30/01/1998; 3°: 04/06/1998)

Questa campagna di "bianco" ha permesso, oltre alla conoscenza della situazione "ante operam", di individuare i punti più idonei di campionamento dei suoli. Infatti un campione di terreno prelevato in uno dei punti che erano stati scelti sulla carta in base ai modelli di ricaduta delle emissioni, è risultato talmente mutageno da essere escluso da future indagini.

Conclusioni

- I test di mutagenesi a breve termine sono strumenti efficaci, a costi limitati, nel rivelare e monitorare nel tempo la presenza di sostanze mutageno/cancerogene in miscele complesse quali sono le matrici di processo di un impianto di termodistruzione di RSU e le matrici ambientali interessate dall'attività dello stesso.
- L'utilizzo di tali test su campioni di suolo risulta essere l'approccio ideale per misurare il carico inquinante da sostanze mutageno/cancerogene nel tempo prodotto da fonti generalizzate e puntiformi emettenti in atmosfera.

Bibliografia

- Marmioli N., Restivo F.M., Donnini C., Bianchi L., Puglisi P.P. (1980) Analysis of Rho mutability in *Saccharomyces cerevisiae*, *Mol.Gen.Genet.* 177, 581-588.
- Poli P., Buschini A., Campanini N., Vettori M.V., Cassoni F., Cattani S., Rossi C.(1992) Urban air pollution: Use of different mutagenicity assays to evaluate environmental genetic hazard, *Mutat. Res.* 298, 113.
- Rossi C., Poli P., Buschini A., Cassoni F., Galli A., Vellosi R., Del Carratore R. (1991) Genetic activity of samples collected from a waste incinerator and its neighboring areas, *Toxicol.Environ.Chem.* 30, 51-61.
- Rossi C., Poli P., Buschini A., Campanini N., Vettori M.V., Cassoni F. (1992) Persistence of genotoxicity in the area surrounding an inceneration plant, *Toxicol.Environ.Chem.* 36, 75-87.
- Zimmermann F.K., Kern R., Rasemberg H. (1975) A yeast for simultaneous detection of induced mitotic crossingover, mitotic gene conversion and reverse mutation, *Mutat.Res.* 28, 381-388.