



Arpa

Agenzia regionale per la protezione
dell'ambiente del Friuli Venezia Giulia

Monitoraggio delle deposizioni di diossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili nel territorio del comune di Manzano

a cura di

*Adriano Bortolussi,
Gianmaria Cossio,
Chiara Bonomi,
Francesco Montanari*

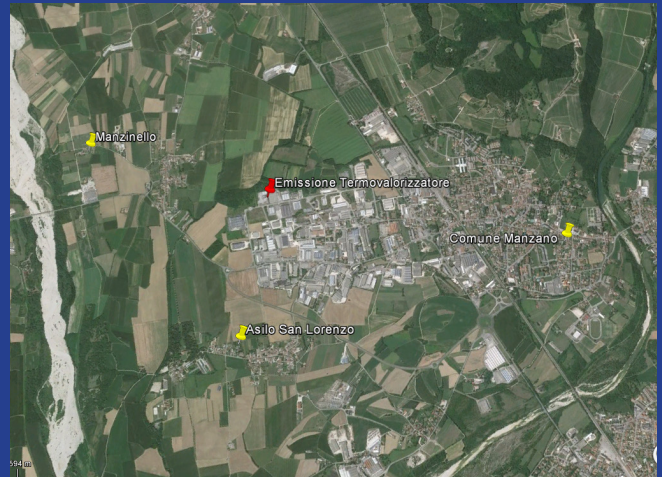
Agenzia regionale per la
protezione dell'ambiente del
Friuli Venezia Giulia

Monitoraggio delle deposizioni di diossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili nel territorio del comune di Manzano

Arpa FVG ha effettuato un'indagine volta a valutare le ricadute al suolo di un gruppo di microinquinanti organici persistenti (diossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili) in tre siti del comune di Manzano, al fine di stabilire e quantificare l'impatto del termovalorizzatore gestito dalla ditta Green Stile srl presente in loco.

Lo studio - che si riallaccia ad una precedente indagine svolta nel 2012 - è stato condotto dal Dipartimento di Udine di Arpa FVG in collaborazione con l'ufficio Ambiente del Comune di Manzano, che ha sostenuto economicamente le spese per le analisi. Le indagini sono state realizzate nel periodo luglio-agosto 2016, al fine di escludere il contributo derivante dalla combustione della legna che risulta essere una significativa fonte di produzione di diossine a livello ambientale. Nel periodo d'indagine l'impianto di termovalorizzazione ha lavorato regolarmente.

L'indagine è stata incentrata sullo studio dei flussi di deposizione al suolo degli inquinanti poiché tali ricadute al suolo rappresentano un fattore chiave nel processo di bio-accumulo negli organismi viventi attraverso la catena alimentare.



a cura di

*Adriano Bortolussi,
Gianmaria Cossio,
Chiara Bonomi,
Francesco Montanari*

Agenzia regionale per la
protezione dell'ambiente del
Friuli Venezia Giulia

Nello studio sono stati utilizzati 3 deposimetri tipo "bulk", sistemi di campionamento "passivi" che non necessitano di alimentazione elettrica e sono predisposti per raccogliere ogni tipo di deposizione in arrivo dall'atmosfera, sia secca in caduta gravitazionale, che umida, veicolata da precipitazioni piovose o nevose. La scelta dei siti da monitorare è stata effettuata in relazione alle risultanze degli studi modellistici di dispersione degli inquinanti emessi dal termovalorizzatore, elaborati dal Centro regionale di modellistica ambientale dell'Arpa-FVG. Tali studi utilizzano come input anche i dati meteo-climatici della zona. Le ricadute rilevate con i deposimetri sono state confrontate con le concentrazioni medie mensili delle emissioni rilevate nello stesso periodo al camino dell'impianto di termovalorizzazione.

INQUINANTI ANALIZZATI

Nell'indagine sono stati presi in considerazione numerosi inquinanti caratterizzati da elevata tossicità per l'ambiente e per la salute pubblica appartenenti al gruppo delle diossine (PCDD), dei policlorodibenzofurani (PCDF) e dei policlorobifenili (PCB). Questi inquinanti organici sono identificati comunemente come POP's: Persistent Organic Pollutants.

I sistemi di monitoraggio del termovalorizzatore

Il termovalorizzatore, alimentato con rifiuti a base di legno, carta, cartone e imballaggi misti, ecc., è dotato di un Sistema automatico di Monitoraggio in continuo delle Emissioni per i macroinquinanti inorganici (SME) e di un sistema di monitoraggio per i microinquinanti organici (Dioxin Monitoring System, DMS).

Il DMS è un dispositivo installato in modo permanente sul camino del termovalorizzatore che garantisce il campionamento in continuo delle diossine su un tempo prolungato. Il sistema si basa sull'adsorbimento su un supporto solido (cartuccia) dei microinquinanti in uscita

dal camino. Tali sistemi offrono la possibilità di tenere sotto controllo periodi temporali estesi (1-4 settimane), sebbene al momento la normativa non ne preveda l'utilizzo per la verifica del limite di emissione, che deve essere attuato solo tramite campionamenti manuali della durata di 6-8 ore. Purtroppo i DNS consentono di ottenere un dato "complementare" a quello ufficiale e di pervenire ad una stima più realistica dei micro inquinanti emessi con l'effluente gassoso. E' per queste ragioni che ad essi si fa riferimento per valutare l'impatto del termovalorizzatore sull'ambiente circostante.

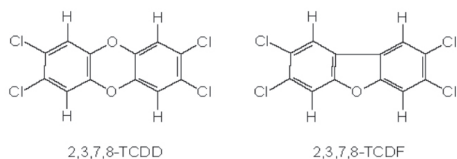
Le diossine, furani e PCB

Diossine e Furani

Il termine "diossine" si riferisce ad un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, divisi in due famiglie e simili per struttura, formati da carbonio, idrogeno e cloro, detti congeneri.

75 congeneri hanno struttura chimica simile a quella della policlorodibenzo-diossina (PCDD) e 135 hanno struttura simile al policlorodibenzo-furano (PCDF); 17 di questi congeneri sono considerati tossicologicamente rilevanti. (rispettivamente 7 tipi di PCDD e 10 di PCDF). Si tratta di sostanze inodori, termostabili, insolubili in acqua e fortemente liposolubili.

Le diossine sono immesse nell'ambiente da varie sorgenti e possono essere trasportate per lunghe distanze nell'atmosfera. Questi composti infatti sono presenti quasi ovunque nell'ecosistema - aria, acqua e suolo - nella maggior parte dei casi a livelli molto bassi. In generale vengono prodotte nel corso di combustioni non controllate. In natura vengono rilasciate in particolare durante gli incendi boschivi e le eruzioni vulcaniche. Le attività umane responsabili della loro formazione sono riconducibili alle emissioni di fonderie, di industrie che producono pasta di legno, carta, erbicidi fenolici e conservanti clorati per il legno, di inceneritori di rifiuti, di centrali a combustibili fossili, di veicoli a motore, di stufe a legna, etc.



Formule di struttura di 2,3,7,8-TCDD e di 2,3,7,8-TCDF

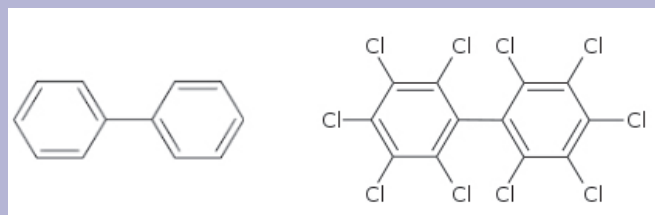
La principale via di esposizione a diossine e furani per l'uomo è l'ingestione di alimenti contaminati ad alto tenore lipidico, come pesce, mammiferi marini, grassi in genere, carne e prodotti caseari.

PCB

I policlorobifenili (PCB) sono 209 composti organici differenti con struttura simile al bifenile, detti congeneri. Esistono 12 congeneri con proprietà tossicologiche simili a quelle delle diossine, definiti PCB diossina-simili (PCB-DL, PCB diossin-like, mentre tutti gli altri sono definiti PCB non diossina-simili (PCB-NDL).

Gli effetti dei PCB "diossina simili" sulla salute umana e sugli organismi sono analoghi a quelli evidenziati per le diossine.

A differenza delle diossine, i PCB sono composti chimici prodotti da processi industriali, anch'essi però estremamente stabili, non ossidabili, scarsamente biodegradabili, resistenti ad acidi e alcali ed alla fotodegradazione, poco solubili in acqua e con bassa volatilità. Ad oggi sono considerati tra gli inquinanti più pericolosi per l'uomo e l'ambiente, in quanto si bio-accumulano negli organismi viventi.



Formule di struttura del bifenile e del decacloro bifenile

PRODUZIONE DI DIOSSINE NEI PROCESSI DI COMBUSTIONE

Diossine e diossine-simili si formano come sottoprodotti indesiderati nei processi di combustione di materia organica in presenza di cloro ed ossigeno a temperature generalmente inferiori ai 900 °C, con massimo di formazione nell'intervallo compreso tra 200 e 400 °C.

L'impianto di termovalorizzazione della Società Green Stile srl è stato realizzato in conformi-

tà alla normativa specifica (c. 3, art. 8, D.Lgs 133/2005) in materia di incenerimento dei rifiuti. Nell'impianto i gas prodotti nel processo di incenerimento sono portati in modo controllato ed omogeneo ad una temperatura di 850 °C per almeno due secondi. Ciò consente di minimizzare la formazione di POP's e i loro effetti nell'ambiente.

FATTORE DI TOSSICITÀ EQUIVALENTE

Vista la tossicità dei PCB diossina simili e delle diossine e i furani, considerata inoltre la numerosità dei diversi congeneri, l'OMS ed altri istituti scientifici di rilevanza internazionale hanno reputato utile esprimere la presenza di tali contaminati nell'ambiente in termini di tossicità anziché in concentrazione.

A tale scopo è stata sviluppata una scala di tossicità rapportata al congenero più tossico, la 2,3,7,8 TCDD a cui è stata assegnata tossicità pari a 1. Il sistema di classificazione della tossicità (definito TEQ) assegna a ciascuno dei congeneri tossici un fattore di tossicità equivalente TEF, che moltiplicato per la concentrazione misurata consente di esprimere l'informazione in termini di tossicità equivalente, rilevante dal punto di vista ambientale.

Da sinistra a destra:
Imbuto,
campionatore
montato in campo, bottiglia di
contenimento da 10 litri



Normativa di riferimento

Tab. 1 - Valori guida per la deposizione di PCDD/F e PCB "diossina simili". Nella riga centrale i valori proposti dal Belgio. pc = peso corporeo; d = giorno

L'Unione Europea non prevede il monitoraggio delle concentrazioni di diossine e furani (PCDD/F) e PCB "diossina-simili" nell'atmosfera (immissioni). Non sono definiti pertanto dei valori di riferimento. Vista l'assenza di normative specifiche o di limiti di legge nazionali alcuni Stati dell'Unione hanno proposto dei valori guida per le deposizioni, sviluppati a partire dai valori di "dose tollerabile giornaliera" per l'organismo umano, stabiliti dall'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità).

Nel 2001 il comitato scientifico dell'alimentazione umana [Scientific Committee on Food (SCF)] dell'Unione Europea ha stabilito infatti un valore cumulativo per la dose tollerabile settimanale di PCDD/F e PCB "diossina simili" pari a 14 picogrammi (pg) di tossicità equivalente per

chilogrammo di peso corporeo. Questo valore coincide con la dose tollerabile giornaliera (TDI) pari a $1 \div 4$ pg/TEQ/kg di peso corporeo, definita dall'OMS nel 1998.

Per rispettare questi valori di "dose tollerabile" per l'uomo, il Belgio ha proposto un valore di TDI di 3 pg/TEQ/kg*giorno come valore di riferimento per calcolare un valore limite di deposizione per le diossine ed i PCB "diossina simili". La relazione tra il TDI e il valore guida per le deposizioni delle diossine è stata stabilita ricorrendo ad una catena modellistica che include tre sotto modelli: un modello atmosferico per calcolare le deposizioni secche e umide, un modello per calcolare le concentrazioni di PCDD/F e PCB "diossina simili" sul suolo e sull'erba, ed infine un modello che descrive il trasferimento di questi inquinanti dagli animali al latte ed alla carne

I valori di riferimento per le deposizioni, ricavati dall'applicazione della catena modellistica, sono riportati in tabella 1. Per rispettare, ad esempio, un livello di TDI di 3 pg TEQ per kg di peso corporeo sono ammesse deposizioni giornaliere di 10 pg TEQ/m² per un intero anno, oppure 20 pg TEQ/m² di deposizioni mensili.

| Assunzione Giornaliera Correlata | Deposizione su base annuale consentita | Deposizione media mensile consentita |
|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| 4 pg TEQ/kg pc | 14 pg TEQ/(m ² d) | 27 pg TEQ/(m ² d) |
| 3 pg TEQ/kg pc | 10 pg TEQ/(m ² d) | 20 pg TEQ/(m ² d) |
| 1 pg TEQ/kg pc | 3,4 pg TEQ/(m ² d) | 6,8 pg TEQ/(m ² d) |

SITI DI CAMPIONAMENTO

I siti d'indagine, individuati dal modello di ricaduta delle emissioni (fig. 1), sono i seguenti:

- Sito N° 1 Manzano: presso area verde esterna municipio (area non interessata dalle ricadute);
- Sito N° 2 Manzinello: via del Pasco (area esterna al paese di Manzinello ma interessata dalle ricadute, ben esposta e priva di impedimenti strutturali);
- Sito N°3 San Lorenzo: in prossimità della scuola materna (area interessata dalle ricadute e ritenuta "sito sensibile" poiché sottovento rispetto all'impianto di termovalorizzazione).

RISULTATI

Dall'esame dei dati risulta che le deposizioni di PCDD/F, seppur di lieve entità, riguardano prevalentemente il sito presso la sede del Comune di Manzano e non le postazioni di San Lorenzo (scuola materna) e di Manzinello. Tra le diossine rilevate presso il comune di Manzano non è stata osservata la presenza dei congeneri più tossici (2,3,7,8-TCDD e 1,2,3,7,8 - PeCDD); mentre i congeneri dominanti sono rappresentati dalle specie meno tossiche, vale a dire la OCDD (32 pg) e la OCDF (16 pg) che in generale sono indice di combustioni ben condotte. I valori dei flussi di deposizione ottenuti nelle tre postazioni di rilevazione, espressi in tossicità equivalente, sono riassunti in tabella 2.

Nei tre siti i livelli riscontrati di diossine, furani e PCB sono estremamente bassi. I valori di sommatoria sono inferiori allo standard più cautelativo fissato dall'OMS (6,8 pg TEQ/(m²d)) relativamente alla "Deposizione media mensile consentita".

E' da tenere tuttavia presente che i valori rilevati a Manzinello e a San Lorenzo sono ottenuti applicando l'approccio di calcolo denominato

"medium bound", che si applica quando ogni congenere risulta inferiore al limite di rivelabilità strumentale. Tale metodo, più cautelativo dal punto di vista sanitario, potenzialmente sovrastima il valore reale.

Il massimo valore del flusso di deposizione è stato registrato presso la sede comunale di Manzano collocata sopravvento rispetto al termovalorizzatore. Il dato è inatteso e, presumibilmente, imputabile alla presenza di sorgenti locali (attività artigianali, traffico autoveicolare, etc.), che potrebbero aver inciso localmente sui livelli di tali microinquinanti nell'aria.

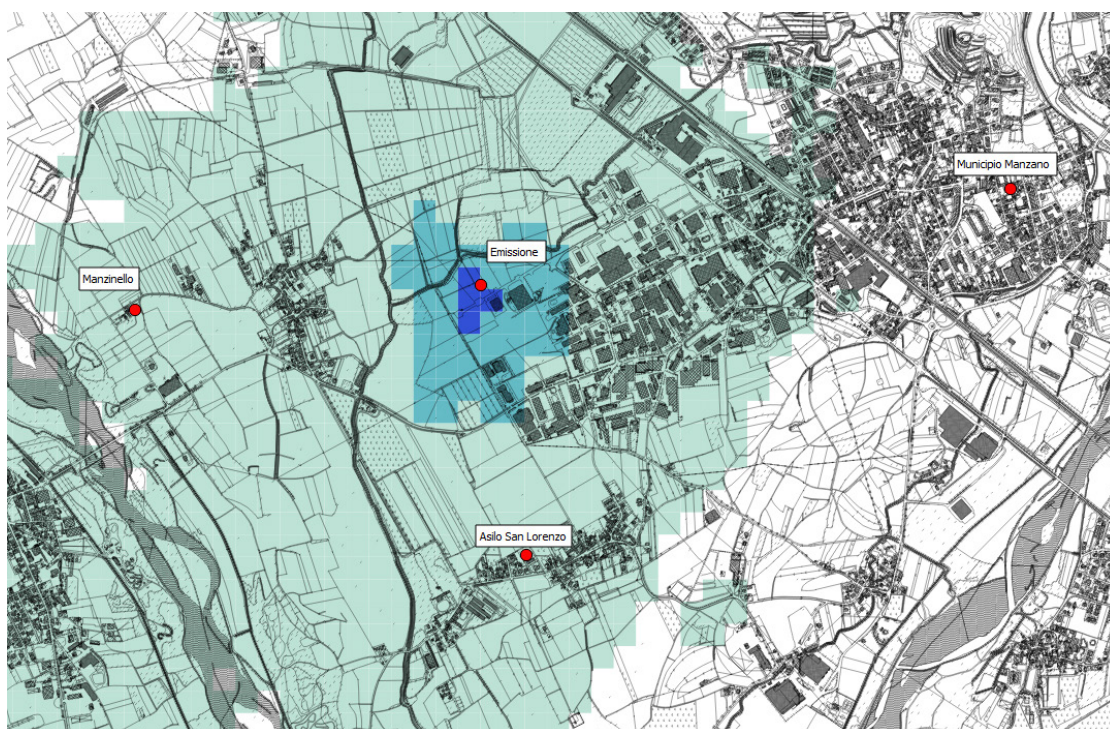
I dati meteo a cui si riferisce il periodo d'indagine sono relativi alle stazioni di Gradisca di Isonzo e Lauzacco di Pavia di Udine (le due stazioni più vicine al comune di Manzano) e mostrano che piogge significative (temporali) hanno interessato solo 3 delle 25 giornate in cui l'indagine. Da ultimo sono state esaminate le concentrazioni di inquinanti sulle cartucce del Sistema di Monitoraggio denominato DMS (Dioxin Monitoring System).

Il confronto tra i dati ottenuti dal DMS e i dati

Tab. 2 – Flusso delle deposizione delle diossine, furani e PCB espressi in tossicità equivalente nei tre siti di monitoraggio

| Postazione | I-TEQ_PCDD/F pg/m ² *d | I-TEQ_PCB pg/m ² *d | Sommatoria (I-TEQ) pg/m ² *d |
|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--|
| Municipio | 4,986 | 1,232 | 6,218 |
| Manzinello | 4,650 | 1,217 | 5,867 |
| San Lorenzo | 4,650 | 1,215 | 5,865 |

Fig. 1 - Modello diffusionale rappresentante la dispersione dei microinquinanti legati alle polveri generate dal termovalorizzatore e relativi punti di campionamento ritenuti rappresentativi e inseriti su carta tecnica regionale



ottenuti dall'analisi delle deposizioni, mostra che l'abbondanza dei congeneri che si trovano adsorbiti sulla cartuccia supera di gran lunga quanto si rileva nelle deposizioni raccolte a Manzano. Ciò fa presupporre che l'impatto del termovalorizzatore sul centro abitato sia contenuto, mentre risulterebbe trascurabile nei siti di San Lorenzo e Manzinello.

CONCLUSIONI

Lo studio sulle deposizioni di PCDD/F e PCB, svolto nel periodo estivo in comune di Manzano ha evidenziato, limitatamente al periodo d'indagine, che la presenza del termovalorizzatore è sostenibile dal punto di vista ambientale non essendo state misurate ricadute significative di detti contaminanti nelle tre postazioni di monitoraggio. I valori dei flussi di deposizione rilevati, espressi in equivalenti di tossicità, si collocano infatti al di sotto dello standard più cautelativo fissato dall'OMS.

In due dei tre siti di monitoraggio (San Lorenzo e Manzinello) le concentrazioni di PCDD/F sono risultate inferiori al limite di rilevabilità della metodica analitica impiegata.

La postazione individuata presso il Municipio di Manzano è risultata essere maggiormente esposta alle ricadute al suolo dei contaminanti citati anche se i valori di deposizione osservati non si discostano significativamente da quanto rilevato negli altri due siti.

E' opportuno tuttavia segnalare che i bassi valori riscontrati si giustificano anche con le scarse precipitazioni registrate durante il periodo di monitoraggio (luglio-agosto 2016). Per quest'ultimo motivo e per ulteriore conferma dei risultati ottenuti è stato programmato un approfondimento d'indagine nel 2017.