

LE POTENZIALITÀ DELLA CAMERA DI ACCUMULO NEL MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI DI BIOGAS DA DISCARICA

Peculiare esperienza pluriennale presso il sito controllato di Fano (PU)

■ BRUNO CAPACCIONI[°], CRISTINA CARAMIELLO^{°°}, GIOVANNI CORIGLIANO^{°°°}, SANDRO DE ROSA^{°°°}, FABIO TATÀNO^{°°}

Emissioni diffuse da discarica e riscaldamento globale tra indirizzi normativi e applicazioni scientifiche

La Direttiva europea sulle discariche di rifiuti (1999/31/CE) ed il corrispondente Decreto Legislativo italiano n. 36/2003 richiedono espressamente procedure di sorveglianza e controllo delle possibili emissioni, migrazioni e dispersioni esterne del gas di discarica. Il monitoraggio del biogas è infatti un aspetto fondamentale nella gestione operativa e post-operativa delle discariche, come appunto sottolineato nel D. Lgs. 36/2003, che prevede "per le discariche dove sono smaltiti rifiuti biodegradabili e rifiuti contenenti sostanze che possono sviluppare gas o vapori, deve essere previsto un monitoraggio delle emissioni gassose, convogliate e diffuse, della discarica stessa, in grado di individuare anche eventuali fughe di gas esterne al corpo della discarica". È necessario evidenziare, infatti, come il contributo al riscaldamento globale, causato dallo smaltimento in discarica dei rifiuti, sia estremamente significativo, in virtù delle emissioni incontrollate di biogas in atmosfera che sono stimate in circa il 30% delle emissioni antropogeniche di metano a livello europeo. Coerentemente, pertanto, il suddetto decreto stabi-

sce, come criterio guida, la riduzione della sostanza organica da depositare in discarica, in quanto a tale diminuzione corrisponderebbe necessariamente una minore quantità di biogas prodotto.

La norma non fornisce indicazioni tecniche sulla metodica, e la relativa strumentazione, maggiormente appropriate per un monitoraggio accurato del biogas presso i siti di discarica. In letteratura tecnico-scientifica internazionale, sono documentate e menzionate, tra le possibili metodologie applicabili, l'uso di traccianti e l'analisi all'infrarosso: tuttavia, il metodo basato su riprese all'infrarosso sembrerebbe adoperabile particolarmente per un rapido screening conoscitivo iniziale ed anche l'uso di

[°] UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA ^{°°} UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI URBINO "CARLO BO"
^{°°°} GRUPPO ASET SPA, FANO



traccianti parrebbe utilmente adottabile come fase d'indagine preliminare per la valutazione dell'eventuale necessità di successive accurate indagini dirette. La metodologia della cosiddetta camera di accumulo statica, non stazionaria, utilizzata a cadenza annuale nel presente studio sperimentale di campo, rispetto alle tradizionali tecniche di misura delle emissioni di biogas è invece in grado di determinare una distribuzione areale effettiva delle emissioni dal corpo dei rifiuti e dalle aree adiacenti le vasche di raccolta, potendo pertanto rappresentare una utilissima metodica di controllo ed analisi critica dell'evoluzione temporale nello stato gestionale di un sito di discarica.

Metodologia della camera di accumulo: semplicità e flessibilità di utilizzo, efficacia applicativa, modalità di elaborazione dati

La strumentazione portatile (messa a punto da West Systems Srl), adoperata nel presente studio pluriennale di monitoraggio condotto presso la Discarica controllata di studio di Fano per le misure puntuali di flussi di emissione di CO₂ e CH₄, consta di (Figura 1):

1 - contenitore metallico cilindrico aperto alla base (camera di accumulo,

con superficie 0,0314 m² e due possibili volumi: 0,003 m³ o 0,006 m³), equipaggiato con opportuno dispositivo d'agitazione interno per l'appropriata omogeneizzazione del gas raccolto;

2 - misuratore di flusso (con spallaccio a tracolla), equipaggiato con appositi analizzatori di CO₂ e CH₄ (mediante spettrometro ad assorbimento infrarosso);

3 - computer palmare, per la raccolta dati.

Durante la campagna sperimentale di monitoraggio, la camera di accumulo viene posizionata direttamente sui punti di misura previsti; una pompa a membrana consente il prelievo del gas dalla camera ed il suo trasferimento ai rilevatori e i valori di concentrazione di CO₂ e CH₄ [ppm], progressivamente misurati da tali rilevatori, vengono acquisiti ed automaticamente inviati al computer palmare, che genera in tempo reale una rappresentazione grafica della loro variazione nel tempo; un software dedicato permette di calcolare, direttamente sul campo ed in tempo contenuto (dell'ordine dei minuti), attraverso interpolazione lineare, le pendenze iniziali [ppm s⁻¹] degli incrementi di concentrazione di CO₂ e CH₄ nel tempo, che risultano essere direttamente proporzionali ai flussi di emissione puntuale di CO₂ e CH₄ dal suolo, espressi in termini di g m⁻² d⁻¹.

Per ciascuna serie di dati di flusso, si

determinano preliminarmente talune semplici misure statistiche descrittive (media, deviazione standard, coefficiente di variazione, valori min e max della serie di dati), e si individua la distribuzione probabilistica, in prima istanza tra quelle normale e log-normale, meglio rappresentante, in termini di densità di probabilità, i dati sperimentali. Nelle applicazioni condotte presso la Discarica di studio di Fano, la distribuzione log-normale è sempre risultata la miglior funzione di densità di probabilità nell'interpretazione statistica delle serie sperimentali di dati puntuali di flusso: tale circostanza avvalorava la scelta di definizione delle mappe di flusso a partire dalle distribuzioni iniziali di dati espresse in termini di ln(φ CO₂) e ln(φ CH₄). Conseguentemente, le corrispondenti mappe areali di flusso vengono elaborate adoperando il software Surfer[®] 8.0 (Golden Software, Inc.) e come metodologia d'interpolazione dati si suggerisce il metodo deterministico "Inverso della Distanza (IDP)" ("Inverse Distance to a Power"), con fattore di potenza tipico pari a 2 ed assenza di fattore di "smoothing" (anche identificabile come "IDW, Inverse Distance Weighting"). In buona sostanza, l'elaborazione dei dati di campagna consente di mettere a punto mappe di isoflussi, che si configurano come preziosi strumenti per ottimizzare eventualmente la localizzazione di punti necessari di captazione del biogas. Le misure di flusso di biogas sono svolte anche in aree perimetrali esterne alle vasche di raccolta dei rifiuti, in modo da individuare eventuali fughe di biogas esterne al corpo dei rifiuti. Grazie alla metodologia di elaborazione dati messa a punto e di anno in anno perfezionata per una interpretazione sempre più autentica del fenomeno in analisi, attualmente è possibile evidenziare le aree di emissione anomala - quali zone di elevata permeabilità nel sistema di copertura, ad esempio fenditure o fratture del manto impermeabile (ove implementato) ovvero crepature consistenti e localizzate dello spessore argilloso (ove presente) - ed elaborare una

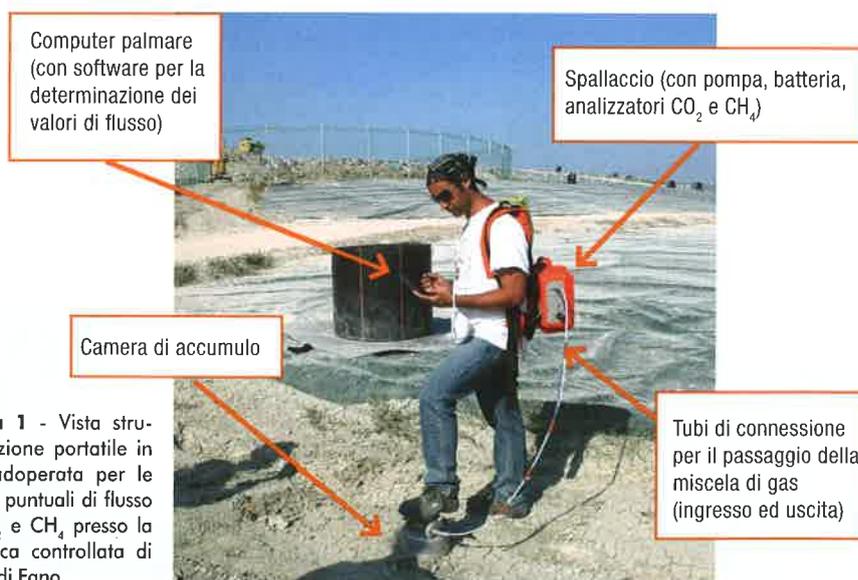


Figura 1 - Vista strumentazione portatile in uso, adoperata per le misure puntuali di flusso di CO₂ e CH₄ presso la Discarica controllata di studio di Fano

quantificazione accurata delle emissioni globali dal corpo della discarica, con conseguente valutazione sia della quantità di biogas potenzialmente destinabile alla cogenerazione (mediante stesura di un accurato bilancio di massa) sia degli effetti ambientali delle emissioni diffuse medesime.

Un notevole vantaggio per il gestore è rappresentato dalla possibilità di effettuare interventi gestionali migliorativi in maniera localizzata solo ove necessario, in accordo alle indicazioni delle mappe di isoflusso delle emissioni diffuse di CO₂ e CH₄, con un considerevole beneficio economico e d'impegno temporale.

Peculiare esperienza pluriennale di monitoraggio presso la Discarica controllata di Fano (Regione Marche)

Le campagne di misura di flusso di CO₂ e CH₄, annualmente condotte presso la Discarica controllata per rifiuti non pericolosi di Fano (Provincia di Pesaro - Urbino, Regione Marche) a partire dal 2005, rappresentano un significativo, apprezzabile e possibile approccio pe-

riodico attivato dal gestore "ASET Spa" - in collaborazione scientifica con le Unità di Ricerca di Geochimica dei Fluidi presso l'Università di Bologna e di Ingegneria Sanitaria-Ambientale presso l'Università di Urbino "Carlo Bo" - per rispondere alle precise richieste normative (sopra richiamate) sul monitoraggio e controllo qualitativo e quantitativo delle emissioni diffuse (per singolo settore) ed eventuali fughe esterne di biogas da discarica.

L'impianto, aperto nel 1978, ha una superficie complessiva di circa 25 ettari; ogni anno vengono interrati circa 60.000 tonnellate di rifiuti, di cui circa l'80% di origine urbana e il rimanente 20% di tipo speciale.

Le campagne annue condotte di misura di flussi di CO₂ e CH₄ mediante camera di accumulo presso tale Discarica di studio di Fano, secondo il dispositivo portatile di Figura 1, sono state utilmente caratterizzate da un progressivo aumento annuo del numero complessivo di punti di misura, passando da 102 del 2005 ai quasi 400 della recentissima campagna del Luglio 2010 (con elaborazione dati ad oggi in corso).

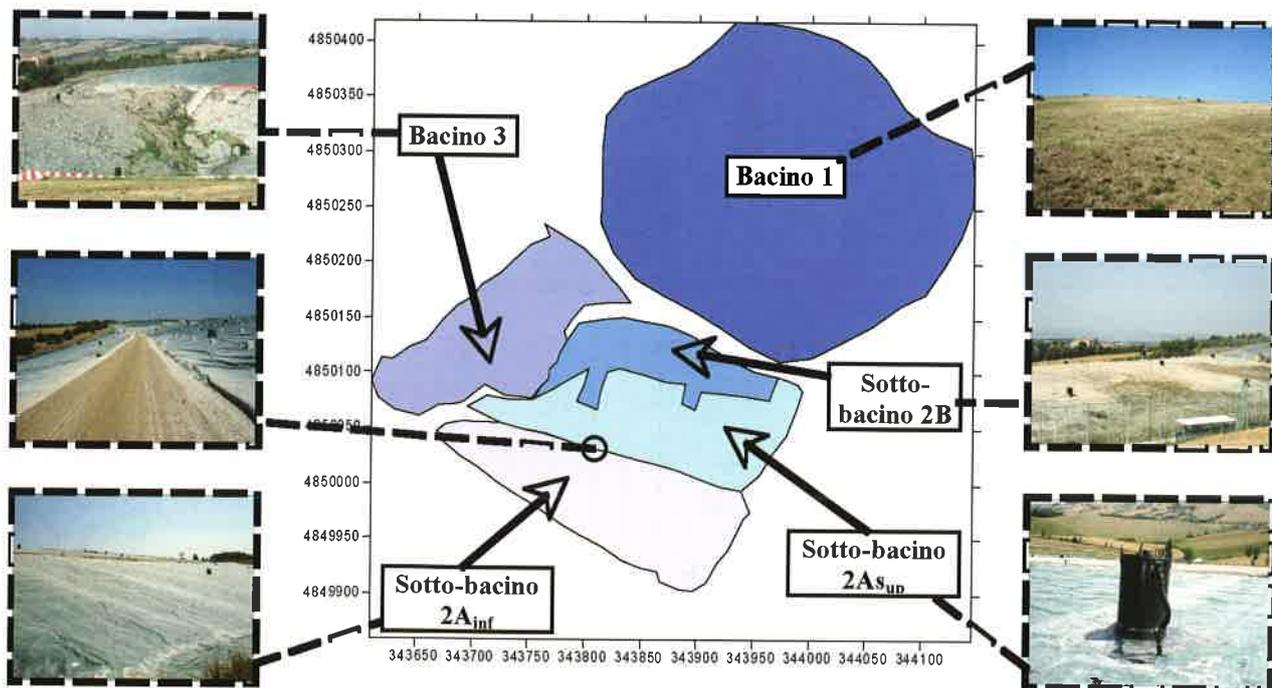
Allo stato dell'Indagine 2009 (con elaborazione dati disponibile), l'impianto

di Discarica di Fano risultava disaggregabile nei moduli seguenti (Figura 2):

- primario ed esaurito Bacino "1" del corpo della Discarica, con sigillatura finale implementata;
- successivo Bacino "2" (in attesa di ricarica) del corpo della Discarica, con avvenuta stesura (durante l'anno 2007) di una copertura temporanea con telo impermeabile (HDPE) nella preponderante zona superficiale dello stesso (cosiddetta "2A"), essendo per converso la porzione rimanente (denominata "2B") senza copertura temporanea artificiale;
- da ultimo, cosiddetto Bacino "3" in corso di attuale coltivazione.

Globalmente per le indagini annue condotte nel periodo 2005-2009 (con elaborazione dati disponibile), si sono rilevati presso la Discarica di Fano valori puntuali di flusso di CO₂ fino a circa 13.100 g m⁻² d⁻¹; tale intervallo complessivo risulta decisamente contenuto rispetto al range (0.0÷>40.000 g m⁻² d⁻¹) rilevato per converso con riferimento a precedenti campagne di misura di flussi condotte negli anni 2002-2004 presso diverse discariche per rifiuti solidi urbani (esaurite ed attive) localizzate in territorio provinciale di Arezzo. Con riferimento invece al metano, per le inda-

Figura 2 - Discarica controllata di studio di Fano, campagna di monitoraggio 2009: visualizzazione schematica della disaggregazione areale per Bacini d'indagine mediante camera d'accumulo



gini annue condotte nel periodo 2005-2009 i valori di flusso misurati presso la Discarica di Fano risultano compresi nell'intervallo tra 0,0 fino a circa 3.800 g m⁻² d⁻¹; tale intervallo risulta coerente con l'indicazione di letteratura tecnico-scientifica internazionale riportante l'ampio range 0,0002 ÷ >4.000 g m⁻² d⁻¹ quale rappresentativo per le emissioni diffuse di metano da discarica.

A livello utilmente esemplificativo e rappresentativo, la Figura 3 condensa le mappe di flusso risultanti di CH₄ [g m⁻² d⁻¹] per ciascuno dei Bacini di Discarica di Fano, con riferimento alla campagna d'Indagine di monitoraggio 2009. Dall'analisi di tali mappe, si può innanzitutto maturare un'idea delle possibili combinazioni di configurazioni geometriche delle dispersioni di biogas generabili in un sito di discarica:

- del tipo diffusa interna con altresì associate dispersioni laterali lungo taluni bordi perimetrali, con riferimento

al Bacino "1";

- flussi perimetrali comparativamente significativi lungo taluni bordi e/o spigoli, con riferimento alla mappa (oppportunamente classificativa) del Sotto-Bacino "2A" (con telo impermeabile);
- completa dispersione diffusa interna, con riguardo al Sotto-Bacino "2B" (senza telo impermeabile);
- infine, con riferimento al correntemente attivo Bacino "3", condizione geometrica di dispersioni diffuse interne, con altresì associata localizzazione di talune dispersioni laterali concentrate di metano.

Significativamente, la circostanza appena evidenziata in Figura 3 di presenza di non trascurabili dispersioni diffuse interne nel recente e giovane Bacino "3", peraltro con caratteristiche (derivanti dall'effettuata analisi selettiva dei valori di flusso di CO₂ e CH₄ in coppia) anche assimilabili ad un biogas "maturo", parrebbe prefigurare la plausibile via pre-

ferenziale di localizzazione (e conseguenziale concentrazione, in termini di metano) delle emissioni diffuse di biogas maturo attraverso tale contiguo Bacino "3", a seguito dell'implementazione della copertura temporanea impermeabile nella porzione dominante dell'esaurito Bacino "2".

Si fa da ultimo presente come l'esperienza pluriennale di monitoraggio con camera di accumulo condotta utilmente presso tale Discarica di Fano, avendo evidenziato che è comunque inevitabile la presenza (seppur contenuta) di emissioni diffuse di biogas anche presso un sito controllato ben gestito (quale quello in studio), rappresenta altresì il possibile presupposto per un successivo studio sperimentale riguardante l'implementazione eventuale di coperture innovative di bioossidazione delle emissioni di metano, al fine del contenimento dei possibili impatti ambientali associati su piccola e larga scala. ♻️

Figura 3 – Discarica controllata di studio di Fano, campagna d'indagine 2009: mappe di flusso di CH₄ [g m⁻² d⁻¹] risultanti per ciascun Bacino di discarica, con utile localizzazione (in tondo, e pertinente sigla identificativa) degli esistenti pozzi di captazione biogas

