



# Application Note

## Monitoraggio dei VOC nei sistemi di abbattimento a carboni attivi per biogas e biometano con PicoGC-VOC.

### OVERVIEW

I **composti organici volatili (VOC)** sono una vasta famiglia di sostanze chimiche organiche che hanno in comune la capacità di evaporare facilmente a temperatura ambiente e sono presenti nel biogas originato dalla fermentazione anaerobica di materiale organico. La riduzione della concentrazione di VOC nel biogas avviene generalmente tramite **sistemi di abbattimento a carboni attivi**, la cui efficienza deve essere monitorata in modo continuo mediante strumentazione adeguata. In questo contesto, l'impiego di un micro-gascromatografo rappresenta una soluzione efficace, pratica ed economicamente sostenibile.

### INTRODUZIONE

La presenza e la concentrazione dei VOC nel biogas è fortemente influenzata dalla tipologia di biomassa utilizzata, dalla tecnologia di digestione anaerobica e da altre variabili di processo. Le concentrazioni di VOC totali possono variare da alcune decine o centinaia di ppm negli impianti alimentati con biomasse agricole, fino a diverse migliaia di ppm negli impianti che trattano FORSU.

Negli impianti di produzione di biometano, il biogas proveniente dalla digestione anaerobica viene sottoposto al **processo di upgrading**, finalizzato alla separazione del metano dall'anidride carbonica. Il metano purificato è destinato all'immissione nelle reti di trasporto e distribuzione oppure alla liquefazione per il trasporto tramite carri bombolai, mentre la CO<sub>2</sub> separata può essere rilasciata in atmosfera o trasformata in LCO<sub>2</sub> per applicazioni industriali, alimentari o farmaceutiche.

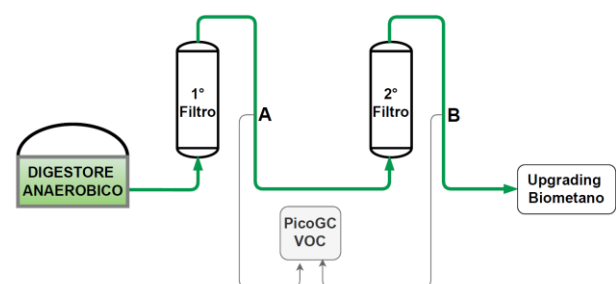
Per garantire l'efficacia del processo di upgrading ed evitare problematiche operative o il danneggiamento delle membrane di separazione, è fondamentale

individuare tempestivamente il **punto di breakthrough** dei filtri a carboni attivi. Il monitoraggio delle concentrazioni di VOC in uscita dai filtri consente di individuare con precisione questo punto e di procedere con la **sostituzione dei carboni attivi nel momento ottimale**, ovvero prima della completa saturazione della loro capacità di adsorbimento, assicurando così un elevato livello di purezza del biogas. Una gestione corretta dei filtri permette di mantenere concentrazioni di VOC totali prossime allo zero, salvaguardando l'efficienza e l'affidabilità dell'intero sistema di upgrading.

### SOLUZIONE ANALITICA

Al fine di monitorare lo stato di saturazione dei filtri a carboni attivi e garantire un adeguato livello di purezza del biogas in ingresso all'upgrading, viene utilizzato il **PicoGC VOC**, un micro-gascromatografo configurato con un singolo modulo analitico e integrato con un sistema di campionamento a due punti. PicoGC VOC può essere configurato per l'analisi del solo flusso in uscita dal sistema di abbattimento a carboni attivi oppure per il monitoraggio simultaneo dei flussi in ingresso e in uscita. Il trasporto del campione di gas deve avvenire tramite un sistema di campionamento, al fine di garantire la rappresentatività e la riproducibilità delle misure analitiche.

Di seguito lo schema semplificato della soluzione proposta:



Schema 1: Analisi gas entrante-uscente

La letteratura scientifica e le attività sperimentali condotte su diverse tipologie di biogas hanno evidenziato la **presenza di centinaia di VOC differenti**, le cui concentrazioni possono variare nel tempo in funzione delle stagioni e della composizione della biomassa alimentata al digestore. Considerata l'impossibilità di analizzare tutte le centinaia di sostanze presenti, è stato necessario individuare specifici composti target che rispettano i seguenti criteri, indicati nella norma UNI/TS 11537:2024 (paragrafo 11.1.1):

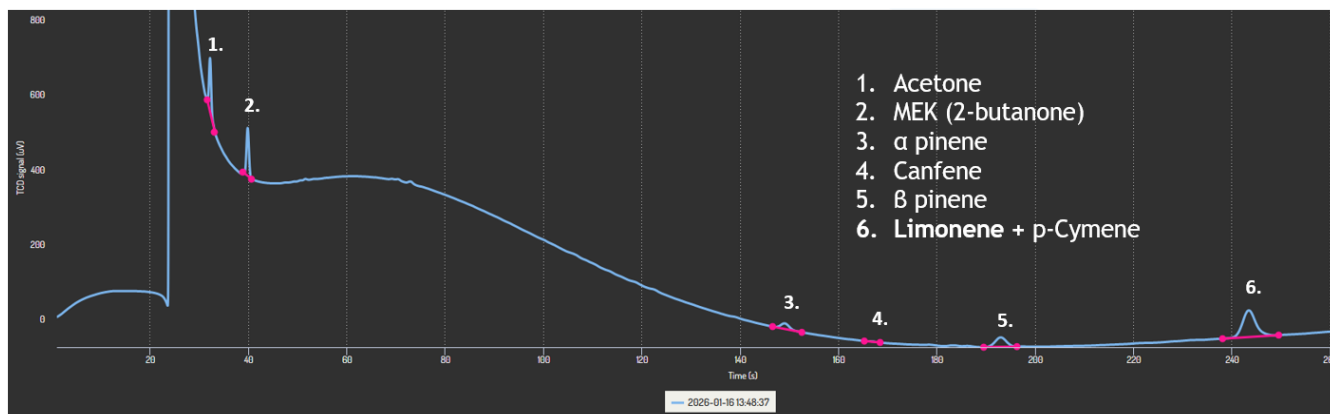
1. Essere sempre presenti nel biogas grezzo in tutte le fasi dell'anno
2. Essere presenti in quantità considerevoli
3. Essere chimicamente stabili e non essere soggetti di facile decomposizione
4. Essere potenziali interferenti/mascheranti dell'odorizzazione
5. Essere facilmente analizzabili con il PicoGC-VOC

## RISULTATI

I VOC che soddisfano i criteri sopra elencati sono:

- Limonene
- P-Cymene
- 2-Butanone (MEK)
- $\alpha$ -Pinene
- $\beta$ -Pinene
- Acetone
- Canfene

Di seguito è possibile vedere il cromatogramma ottenuto dall'analisi del biogas in uscita dal primo filtro a carboni attivi, che evidenzia la capacità di PicoGC VOC di rilevare in modo affidabile il punto di breakthrough:



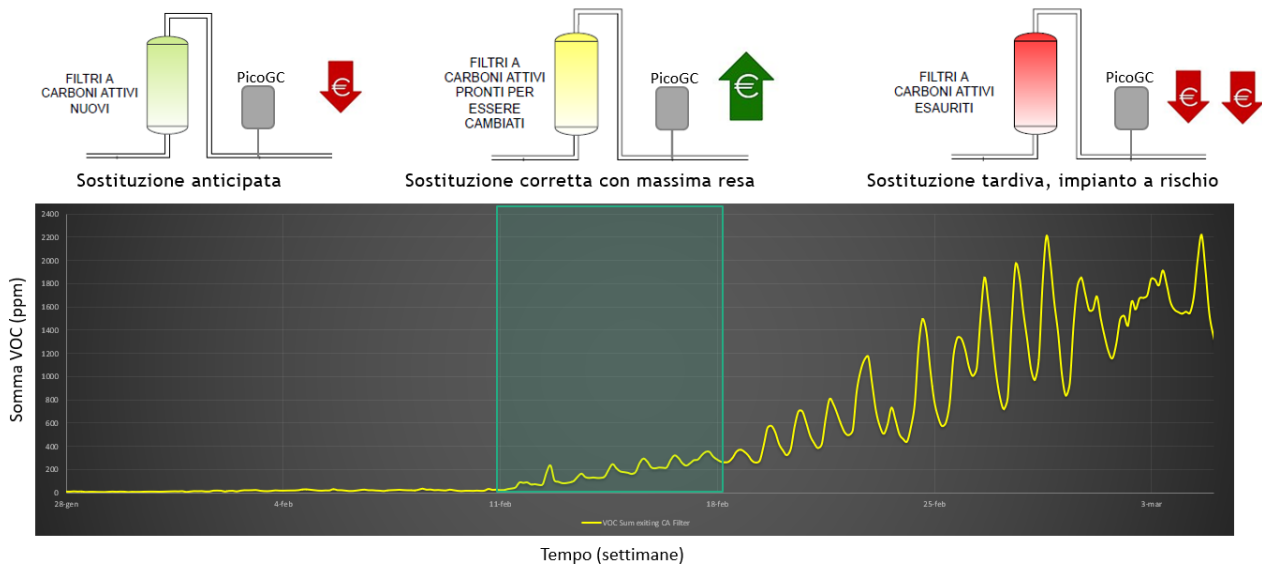
Cromatogramma 1: VOC target nel biogas analizzato dopo il primo Filtro

I VOC individuati (principalmente chetoni e terpeni) vengono quindi utilizzati come traccianti per misurare l'efficienza del sistema di abbattimento ed evitare che questo tipo di sostanze possano danneggiare il sistema di upgrading.

L'impiego del PicoGC VOC consente quindi di **individuare con precisione il punto di breakthrough**, identificando il momento **economicamente più vantaggioso** per la sostituzione dei filtri a carboni attivi, ovvero quando la capacità di adsorbimento è effettivamente esaurita ma prima che i VOC raggiungano livelli critici per l'impianto. Questo approccio permette di sostituire i filtri solo quando realmente saturi, con un **significativo risparmio sui costi operativi (OPEX)**. Inoltre, grazie alla capacità di quantificare concentrazioni molto basse di VOC, PicoGC VOC rappresenta uno strumento efficace per preservare l'integrità e le prestazioni delle membrane di separazione.

Di seguito è riportato il grafico che mostra l'andamento della concentrazione della somma dei VOC misurati in uscita dal sistema di abbattimento a carboni attivi. Come previsto, le sostanze che cominciano ad uscire dal sistema di

abbattimento che sta per saturarsi (punto di breakthrough), sono quelle riportate nella lista precedente. È fondamentale che il sistema analitico risponda rapidamente a eventuali incrementi delle concentrazioni dei composti target, consentendo l'attuazione tempestiva delle controazioni necessarie alla salvaguardia dell'impianto.



Schema 2: Trend concentrazione somma VOC uscente dal filtro a carboni attivi

## CONCLUSIONI

L'installazione di PicoGC VOC nella zona di pre-trattamento del biogas in un impianto di upgrading permette il monitoraggio continuo delle concentrazioni di VOC all'uscita del sistema di abbattimento a carboni attivi. Grazie alla robustezza della tecnologia micro-gascromatografica, il sistema garantisce elevati livelli di ripetibilità e affidabilità nel tempo, in conformità alla norma EN ISO 2614.

Si conclude che il sistema proposto permette l'**ottimizzazione del processo di upgrading**, riducendo il rischio di guasti e minimizzando i costi legati alla sostituzione dei filtri a carboni attivi. Allo stesso tempo, assicura il rispetto dei requisiti di **sicurezza sull'odorizzabilità del biometano** destinato all'immissione in rete come previsto dalla normativa UNI/TS 11537:2024.