POLLUTION

ANALYTICAL EQUIPMENT



THE ANSWER TO YOUR ON-SITE DETECTION CHALLENGES

Monitoraggio dei composti organici volatili (COV) nei sistemi di abbattimento a carbone attivo per la produzione di biogas/biometano:

Come risparmiare denaro sostituendo il filtro a carboni attivi e proteggere il sistema di upgrading

Prima richiesta dal mercato

DAL BIOGAS AL BIOMETANO: IL PERCORSO VERSO LA RETE DEL GAS

Il processo di upgrading del biogas

1 DIGESTORE ANAEROBICO
La sostanza organica viene digerita in assenza di ossigeno per produrre biogas.

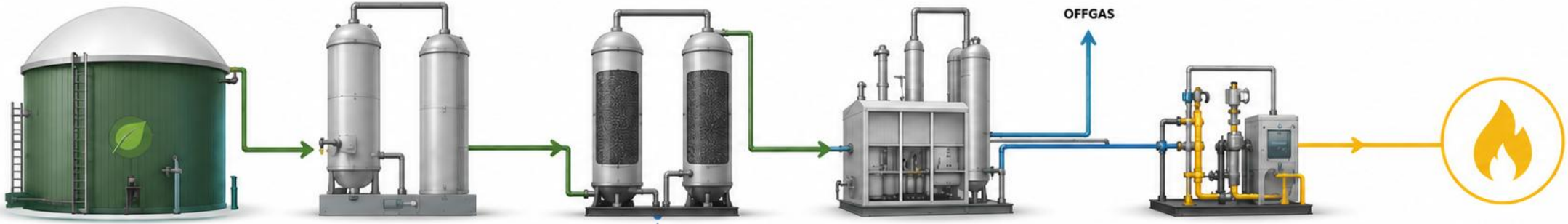
2 SCRUBBER H_2S
L'H_2S viene rimosso per proteggere le apparecchiature a valle e i catalizzatori.

3 FILTRI A CARBONE ATTIVO
Rimozione di VOC, silossani e altri contaminanti in traccia per proteggere l'unità di upgrading e garantire la qualità del gas.

4 UPGRADING
La CO_2 viene separata dal biogas per aumentare il contenuto di metano (fino alla qualità del biometano).

5 STAZIONE DI INIEZIONE
Odorizzazione, regolazione della pressione e misura prima dell'immissione nella rete del gas naturale.

6 RETE DEL GAS
Il biometano viene immesso nella rete del gas naturale e distribuito.



BIOGAS
CH_4 50–70% | CO_2 30–50%
H_2S, H_2O, VOC, silossani, ecc.

BIOGAS DESOLFORATO
H_2S < poche ppm

PUNTO DI MONITORAGGIO VOC (PicoGC VOC)
Rilevazione di breakthrough e controllo dell'efficienza dei filtri

BIOMETANO UPGRADE
CH_4 > 95% | CO_2 < 2–3%
H_2O, tracce

BIOMETANO PRONTO PER L'INIEZIONE
Secondo le specifiche della rete

BIOMETANO IN RETE
Energia rinnovabile per case, industrie e mobilità

PROTEZIONE DEL PROCESSO
La rimozione dei contaminanti protegge catalizzatori e apparecchiature.

GESTIONE OTTIMIZZATA DEI FILTRI
Il monitoraggio dei VOC assicura sostituzioni tempestive e costi inferiori.

ALTA QUALITÀ DEL BIOMETANO
Upgrading affidabile per garantire la conformità alle specifiche della rete.

RINNOVABILE E SOSTENIBILE
Energia a basse emissioni di carbonio per un futuro più pulito.

VALORE CIRCOLARE
Dai rifiuti all'energia rinnovabile per la comunità.

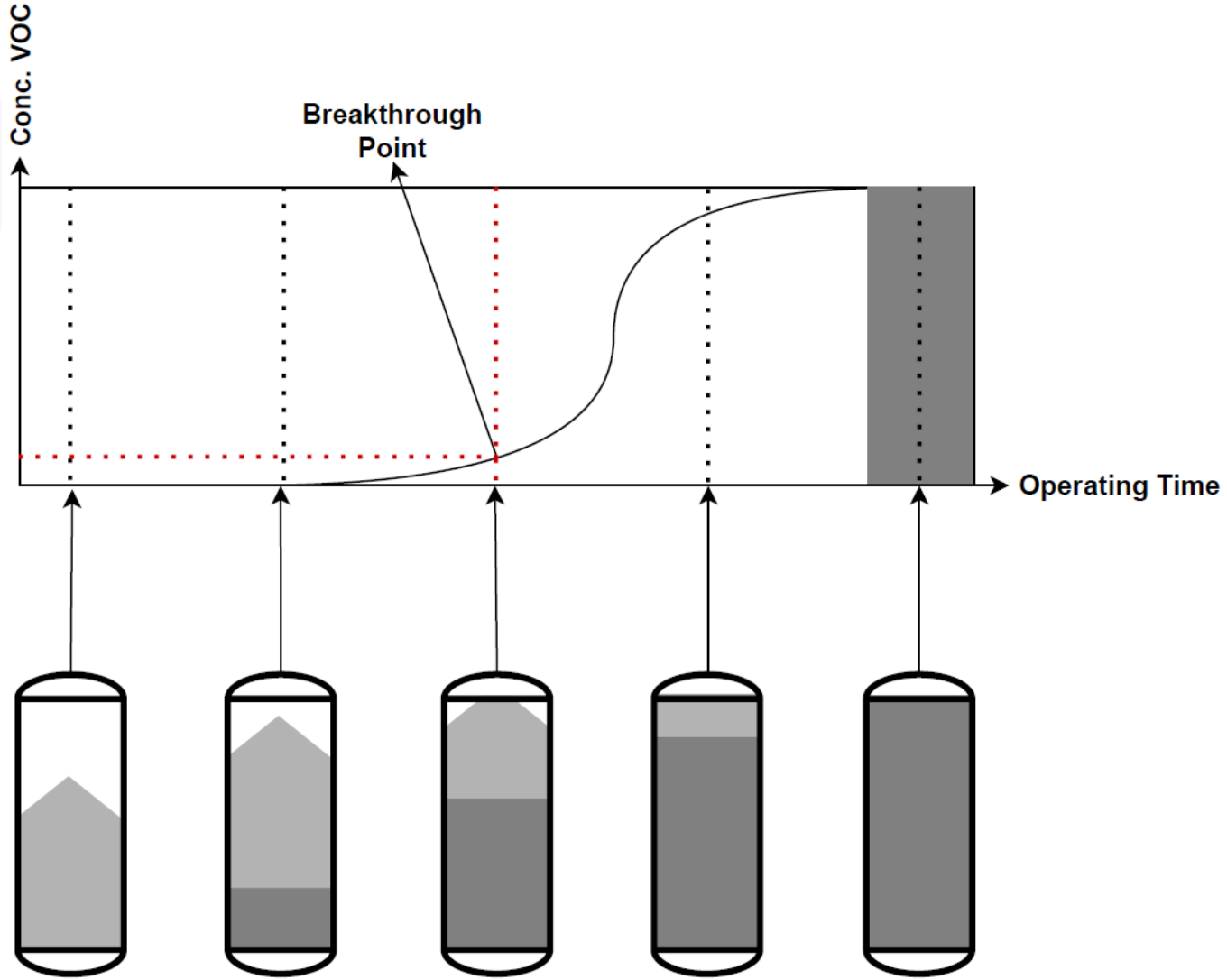
Prima richiesta dal mercato

Curva di Breakthrough dei filtri a carbone:

La curva di **Breakthrough** è un grafico che mostra l'andamento della concentrazione dei contaminanti nel flusso uscente da un filtro in funzione del tempo. Il punto di **Breakthrough** è il tempo il lasso di tempo specifico quando la concentrazione dei contaminanti raggiunge una certa soglia, di solito 5% o 10% della concentrazione entrante.

Variabili che influenzano la curva:

- **Tipologia di Carbone Attivo:** Porosità, matriale e area specifica incidono direttamente sulla capacità di assorbimento del contaminante.
- **Working Capacity:** Capacità adsorbente realmente utilizzabile del carbone prima del breakthrough (**g VOC/Kg Carbone**)
- **Portata:** Una portata Maggiore reduce il tempo di contatto utile all'adsorbimento e aumenta il materiale da assorbire
- **Temperaturea e Pressione:** Le condizioni operative di temperature pressione e umidità modificano significativamente le capacità di adsorbimento. **I filtri a carbone per VOC raggiungono le prestazioni ottimali quando il biogas viene preraffreddato e deumidificato.**



Prima richiesta dal mercato

Richieste del cliente:

- I filtri a carbone attivo (CA) sono il metodo più diffuso per rimuovere le impurità dal biogas prima che venga inviato alla fase upgrading a biometano. Non esiste un metodo semplice per determinare quando i filtri iniziano a saturarsi (breakthough point), con conseguente riduzione della loro capacità di rimuovere i VOC (e altri contaminanti)

- **Se il carbone attivo non riesce a rimuovere le impurità dal biog**as, principalmente H_2S e VOC (composti organici volatili), possono insorgere diversi problemi. **A seconda del processo di upgrading scelto, le conseguenze possono variare**. In alcuni casi, possono raggiungere il biometano inalterati, compromettendo la conformità alle specifiche di qualità del gas. In altri, come le membrane, **posso danneggiare il sistema stesso rendendo impossibile l'upgrading o rendendo molto più costoso raggiungere le specifiche**

- Studi condotti **hanno dimostrato che alcuni VOC**, a causa del loro odore caratteristico, **hanno un impatto negativo sull'efficacia di odorizzazione del biometano**. A livello europeo, le analisi dei VOC sono presenti secondo la norma:
  - **EN 16723-1:2017** - Natural gas and biomethane for use in transport and biomethane for injection in the natural gas network: **Specifications for biomethane for injection in the natural gas network**
  - **N ISO 2614:2023 -** Analysis of natural gas — Biomethane — **Determination of terpenes' content by micro gas chromatography TCD**

- In Italia l'immissione di biometano in rete è regolata da:
  - **UNI/TS 11537:2024** Immissione di biometano nelle reti di trasporto e distribuzione di gas naturale

Prima richiesta dal mercato

Quadro normativo per la misurazione dei VOC nel biogas/biometano: UNI 11537

6 QUALITÀ DEL GAS

Il biometano può essere immesso in rete come gas aggiuntivo o sostitutivo del gas naturale solo se conforme alle prescrizioni di cui al successivo punto 7.

Il biometano immesso in rete ed eventualmente miscelato al gas naturale non deve presentare caratteristiche tali da annullare o coprire l'effetto delle sostanze odorizzanti ammesse all'impiego dalle norme tecniche vigenti.

Prima di immettere in rete il biometano, occorre inoltre assicurare che non siano possibili danni a persone, all'ambiente, alle strutture delle reti di trasporto e distribuzione ed agli apparecchi utilizzatori del gas causati da sostanze presenti nel gas stesso in forma di vapori, polveri e fluidi. A tal fine possono essere adottati sistemi di analisi e gestione del rischio nel rispetto delle migliori tecniche al momento disponibili (B.A.T.).

Le modalità per eseguire la valutazione del rischio sono indicate nei successivi punti 11 e 12.

11.1.1 Sostanze mascheranti

Al momento della redazione del presente documento sono note le seguenti sostanze:

- Terpeni tra i quali:
  - *α-pinene*
  - *β-pinene*
  - *limonene*
  - *carene*
- Butanone
- Cumene

come mascheranti o comunque interferenti con le sostanze odorizzanti e in grado di ridurre l'efficacia dell'odorizzazione ai fini della sicurezza.[12)]

11.1.3 Concentrazione delle componenti terpeniche

Al momento della stesura di questo documento, la letteratura tecnico-scientifica disponibile indica che condizioni di odorizzabilità e caratterizzazione olfattiva positive possono essere ottenute, con 32 mg/Sm^3 di THT, per un biometano con concentrazioni di limonene equivalente ≤ 9 ppm mol.[13)] (52mg/Sm^3).

12.2 Piano di gestione dell'impianto di produzione

Le fasi di produzione del biometano che possono influenzare e modificare l'odore e l'odorizzabilità del gas sono diverse. In ordine decrescente di rilevanza, devono essere considerati:

- l'efficienza del processo di purificazione del biogas a biometano;
- la variabilità delle matrici avviate al processo di digestione anaerobica/processo di produzione.

Al fine di rispettare le indicazioni di cui alla presente specifica tecnica il produttore di biometano deve pertanto mettere in atto quanto è necessario per:

- progettare, gestire e manutenere correttamente l'impianto di produzione o captazione del biogas e la successiva purificazione a biometano;
- monitorare con adeguata periodicità le caratteristiche del biometano prodotto;
- monitorare, quando applicabile, i parametri rilevanti relativi alle biomasse trattate;
- monitorare il processo produttivo;
- intervenire sollecitamente in caso di alterazioni delle caratteristiche del biometano tali da comprometterne potenzialmente la qualità, con particolare riferimento all'odorizzabilità.

Il conseguimento di tali obiettivi, attuato attraverso le procedure codificate in questo documento, consente di tracciare compiutamente la filiera produttiva e di costruire un solido archivio di dati per poter analizzare eventuali problematiche di odorizzazione che dovessero intervenire in fase di monitoraggio.

Ai sensi del presente documento, il produttore di biometano si attiene alle seguenti indicazioni generali:

- realizza una linea di purificazione del biogas adeguata a rispondere alla normativa vigente;
- quando applicabile definisce un "piano di alimentazione" dell'impianto di digestione anaerobica;
- redige un piano di gestione e manutenzione dell'impianto di produzione e purificazione del biometano conforme alle indicazioni del fornitore della tecnologia;
- mette in atto il piano di cui al punto precedente, tenendone traccia in un apposito registro da conservare presso l'impianto;
- durante l'esercizio dell'impianto conserva i dati rilevanti che, in base al tipo di processo produttivo, possono andare dalle informazioni relative alle matrici introdotte nel ciclo di trasformazione ai principali dati di processo, e predispone un registro degli eventi straordinari influenti sulla qualità del gas prodotto (variazioni significative di processo di cui al punto Variazioni significative di processo4 e/o problemi impiantistici).

Prima richiesta dal mercato

Quadro normativo per la misurazione dei VOC nel biogas/biometano:

- UNI EN ISO 2614:2023

FINAL DRAFT

INTERNATIONAL STANDARD

ISO/FDIS 2614

ISO/TC **193**/SC **1**

Secretariat: **NEN**

Voting begins on:
2023-06-06

Voting terminates on:
2023-08-01

Analysis of natural gas — Biomethane — Determination of terpenes' content by micro gas chromatography

Analyse du gaz naturel — Biométhane — Détermination de la teneur en terpènes par micro-chromatographie en phase gazeuse

5.2 Micro gas chromatograph (µGC-TCD)

A micro gas chromatograph equipped with a module containing pneumatics, injector, column, and thermal conductivity detector (TCD) is used for the analysis. The detector should be capable of detecting limonene at the amount fraction of 0,5 µmol/mol with a signal to noise ratio of at least 3 to 1. A suitable µGC capillary column is selected for separation of analytes in the sample. A nonpolar micro column containing a 100 % dimethylpolysiloxane (PDMS) stationary phase is an example of column proven to be suitable for terpene analysis in biomethane.

6.2 Collection of samples

Sample the biomethane with a suitably cleaned and prepared cylinder using one of the methods described in ISO 10715. Sampling into a 500 mL cylinder at 1,5 bar absolute[1)]is suitable. The size of the sample should be sufficient to carry out at least 20 analyses. Analyse the biomethane sample as soon as possible after sampling.

For online analysis, gas is continuously sampled from a pipeline and flows through the chromatograph gas sampling valve, which is used to inject a representative sample into the chromatograph. A fast loop shall be installed in order to provide a representative sample gas composition to the analyser. Guidelines given in ISO 10715 shall be followed.

Monitoraggio VOC

Monitoraggio VOC

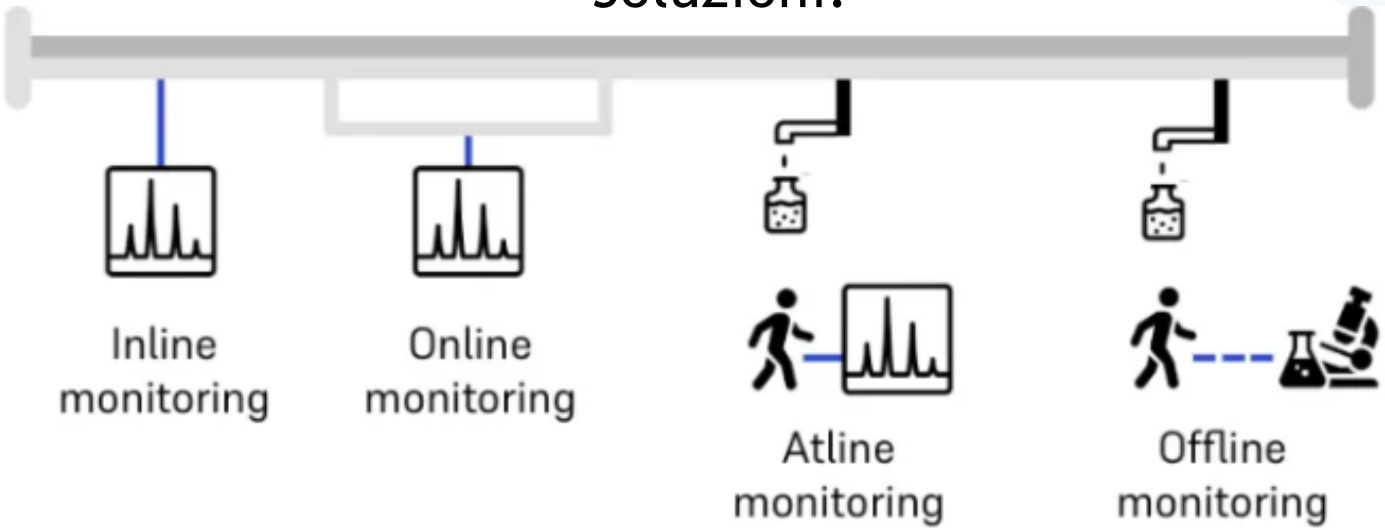
Richiesta:

Ottimizzazione dei sistemi di abbattimento dei VOC nel biogas

Problema:

Come eseguire un’analisi efficace dei VOC nelle matrici di biogas?

Soluzioni:



Monitoraggio VOC

Richiesta:

Ottimizzazione dei sistemi di abbattimento dei VOC nel biogas

Problema:

Come eseguire un’analisi efficace sui VOC in matrice biogas?

Soluzioni:

Inline/Online

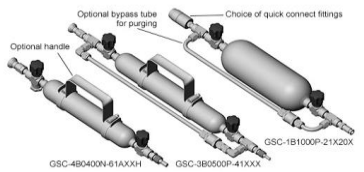


Atline



Offline







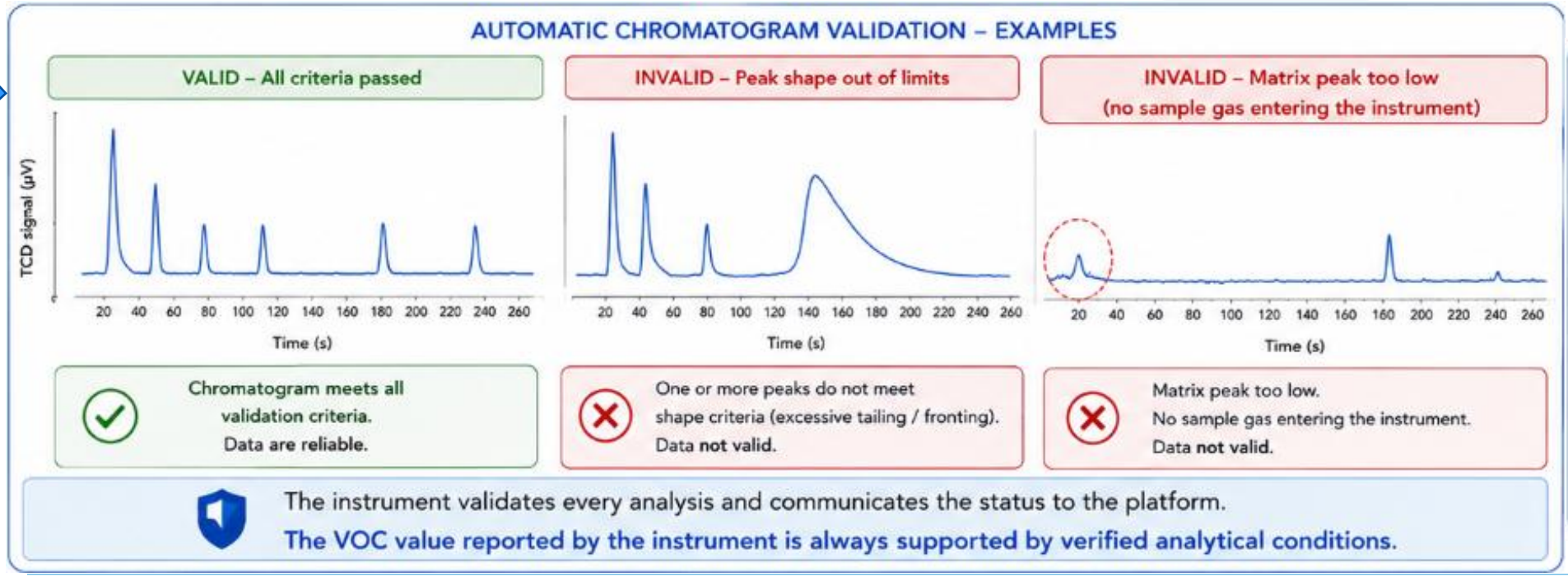
Risultati analitici e specifiche di prodotto

Risultati analitici e specifiche di prodotto

Monitoraggio VOC nel biogas – PicoGC VOC

- ✓ Può essere **installato online** in **prossimità dei filtri a carbone attivo** grazie alla certificazione **ATEX**
- ✓ **Monitora i VOC e il Total VOC** a valle dei filtri a carbone attivo, **rilevando rapidamente il breakthrough**
- ✓ **OPEX minimo** (**NO manutenzione ordinaria**, bombola del carrier gas con durata fino **a 10 anni**, **NO ricalibrazione**)
- ✓ Misura singoli VOC fino a **concentrazioni inferiori a 0,5 ppm**
- ✓ Analisi VOC conformi alla EN ISO 2614:2023
- ✓ Dati affidabili fino a valori di **Total VOC superiori a 2500 ppm**
- ✓ **Automatic Chromatogram Validation (ACV – niente più falsi allarmi o, peggio ancora, false letture a zero)**



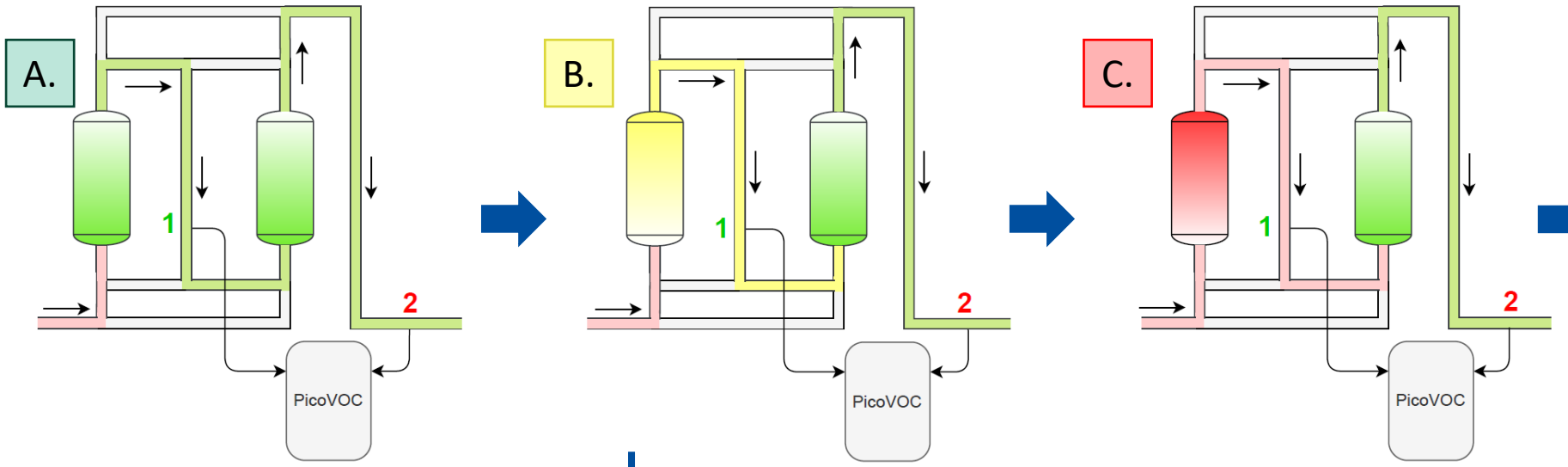


CALIBRATED VOCs

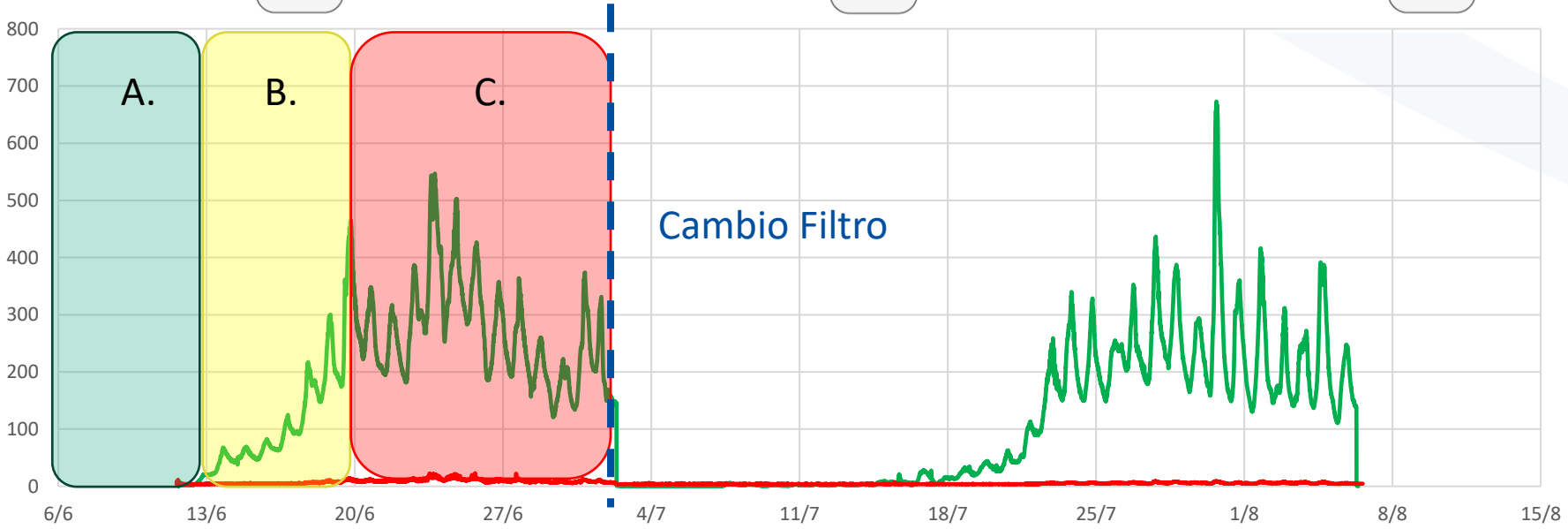
1. 3-carene
2. Limonene
3. p-Cymene
4. o-Cimene
5. α-pinene
6. β-pinene

A B Other VOCs (not individually calibrated)

Risultati analitici e specifiche di prodotto



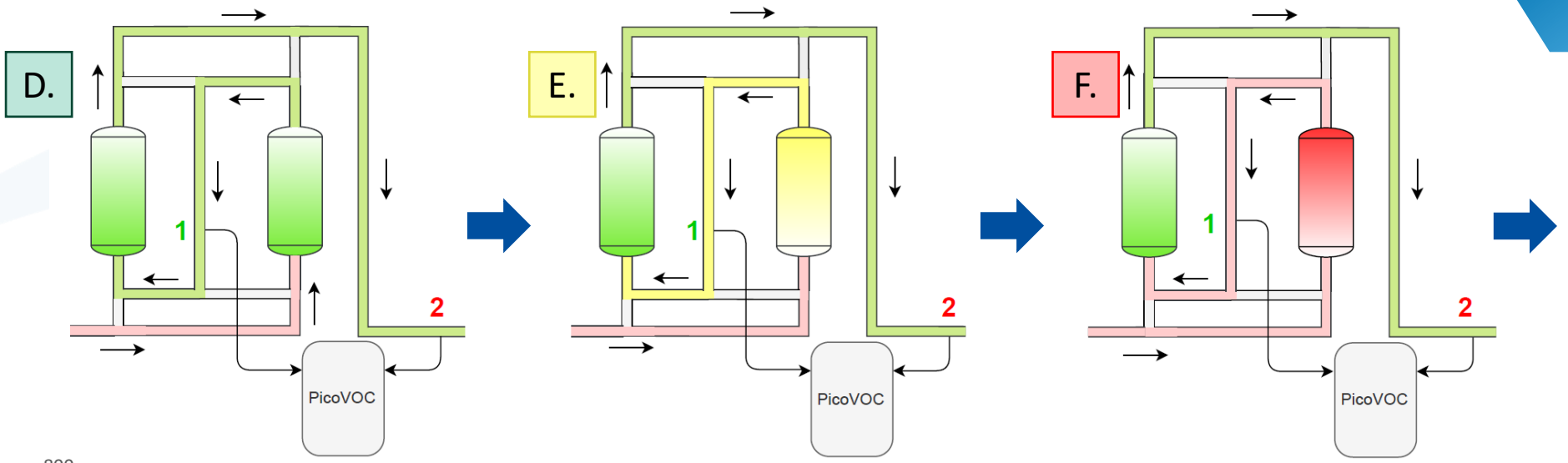
IL PRIMO FILTRO VIENE SOSTITUITO E SI SCAMBIA IL FLUSSO SECONDO LA MODALITA LEAD LAG



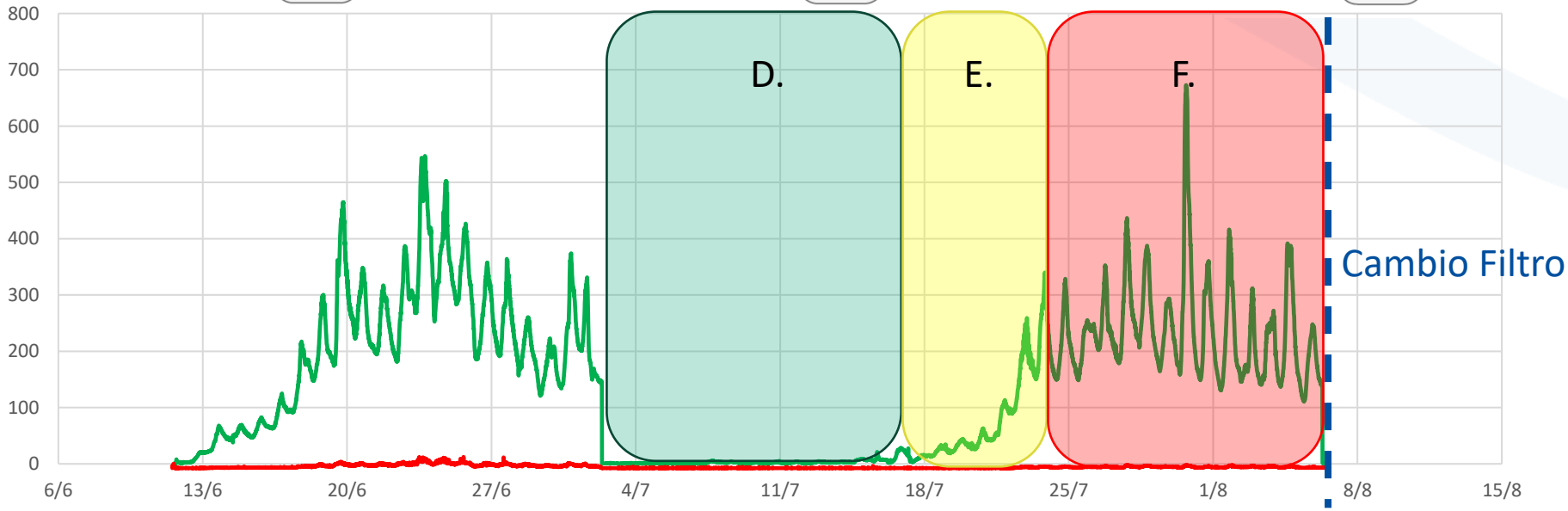
TOTAL VOC 1

TOTAL VOC 2

Risultati analitici e specifiche di prodotto



IL SECONDO FILTRO VIENE SOSTITUITO E SI SCAMBIA NUOVAMENTE IL FLUSSO SECONDO LA MODALITA LEAD LAG



TOTAL VOC 1

TOTAL VOC 2

Risultati analitici e specifiche di prodotto



Perchè installare PicoGC VOC vicino ai filtri?

- Linee di campionamento più corte assicurano **tempi di risposta più rapidi**, **maggiore affidabilità delle misure** e una **minore complessità installativa** eliminando la necessità di linee riscaldate.
- **Design compatto** per una semplice integrazione retrofit con modifiche minime all'impianto
- **Custodia IP66** progettata per ambienti industriali gravosi
- **ATEX Zone 1** per installazioni in zona pericolosa
- **Condizioni operative estese -35°C to +60°C**





Quanto costa non misurare i VOC?

Un esempio numerico basato sui dati del calcolatore: durata dei carboni, sostituzioni anticipate e rischio di breakthrough.

Caso di studio: un filtro, un carico VOC realistico

Valori ripresi direttamente da un caso studio reale.

Volume filtro

4 m³

Carbone attivo

2.000 kg

Portata biogas

500 m³/h

VOC medi

50 ppm

Conversione del carico VOC in peso

Acetone e Limonene 50/50 (5.8 – 2.8 mg/m³)

Fattore medio: 4,05 mg/m³ per ppm

50 ppm × 4,05 = 202,5 mg VOC/m³

500 m³/h × 202,5 mg/m³ × 24 h = 2,43 kg VOC/giorno

Carico utilizzato nei calcoli

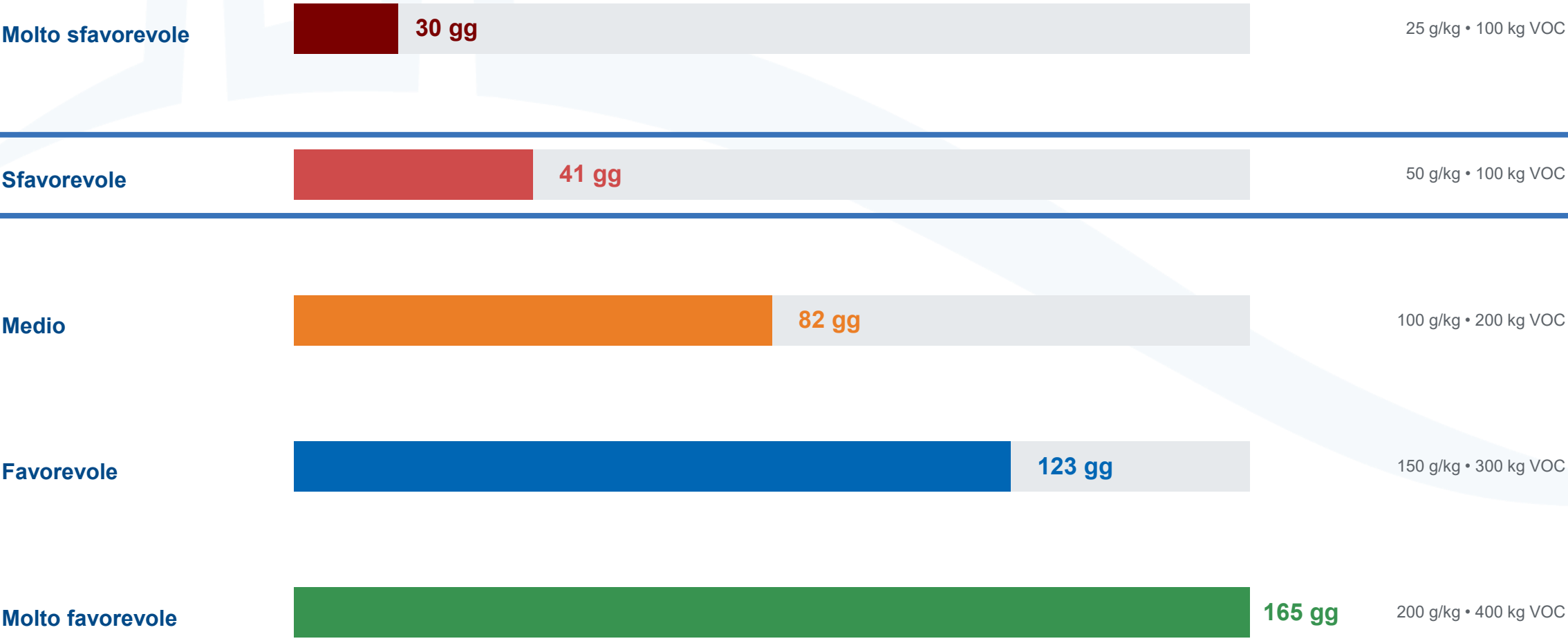
2,43 kg VOC/giorno

È questo valore che determina la velocità con cui viene consumata la capacità adsorbente del letto.

Con 50 ppm medi e 500 m³/h, il filtro riceve circa 2,43 kg VOC/giorno.

Quanto può durare lo stesso filtro?

2.000 kg di carbone • carico VOC = 2,43 kg/giorno • quattro working capacity di scenario



Nell’esempio la previsione varia da circa 41 a 165 giorni: oltre 4 mesi di differenza tra gli estremi.

Costo di una sostituzione anticipata

Scenario corrente del calcolatore: vita teorica 82,3 giorni, sostituzione programmata ogni 80 giorni.

2.000 kg carbone attivo • 500 m^3/h biogas • 50 ppm di VOC (50/50)

Cambio programmato «sfavorevole»	Vita utile reale misurata con GC	Costo carbone	Costo cambio completo
41 giorni Working Capacity = 50	**45 giorni** Working Capacity = 55	**3,5 €/kg**	**7.000 €**

8,9 (35.700€)	8,1 (30.800€)	+0,8	≈ 5.875 €
cambi/anno programmati	cambi/anno necessari	cambi extra/anno	costo extra/anno

Costo se anche il filtro va in breakthrough

Ignorare il breakthrough del filtro espone le membrane: il rischio economico inizia solo quando anche il secondo filtro perde la funzione di protezione e le membrane cominciano a deteriorarsi.

Produzione biometano

BioCH$_4$ → 250 Sm³/h

6.000 Sm³/giorno

Scenario con membrane nuove

CH$_4$ → 99,5%
PCS 37,61 MJ/Sm³
62,75 MWh/giorno

Scenario membrane degradate dai VOC

CH$_4$ → 96,0%
PCS 36,29 MJ/Sm³
60,54 MWh/giorno

Valorizzazione energia

0,1228 €/kWh
0,0341 €/MJ

Tariffa omnicomprensiva per impianti ≤ 250 Sm³/h

Perdita energetica

2.21 MWh/giorno

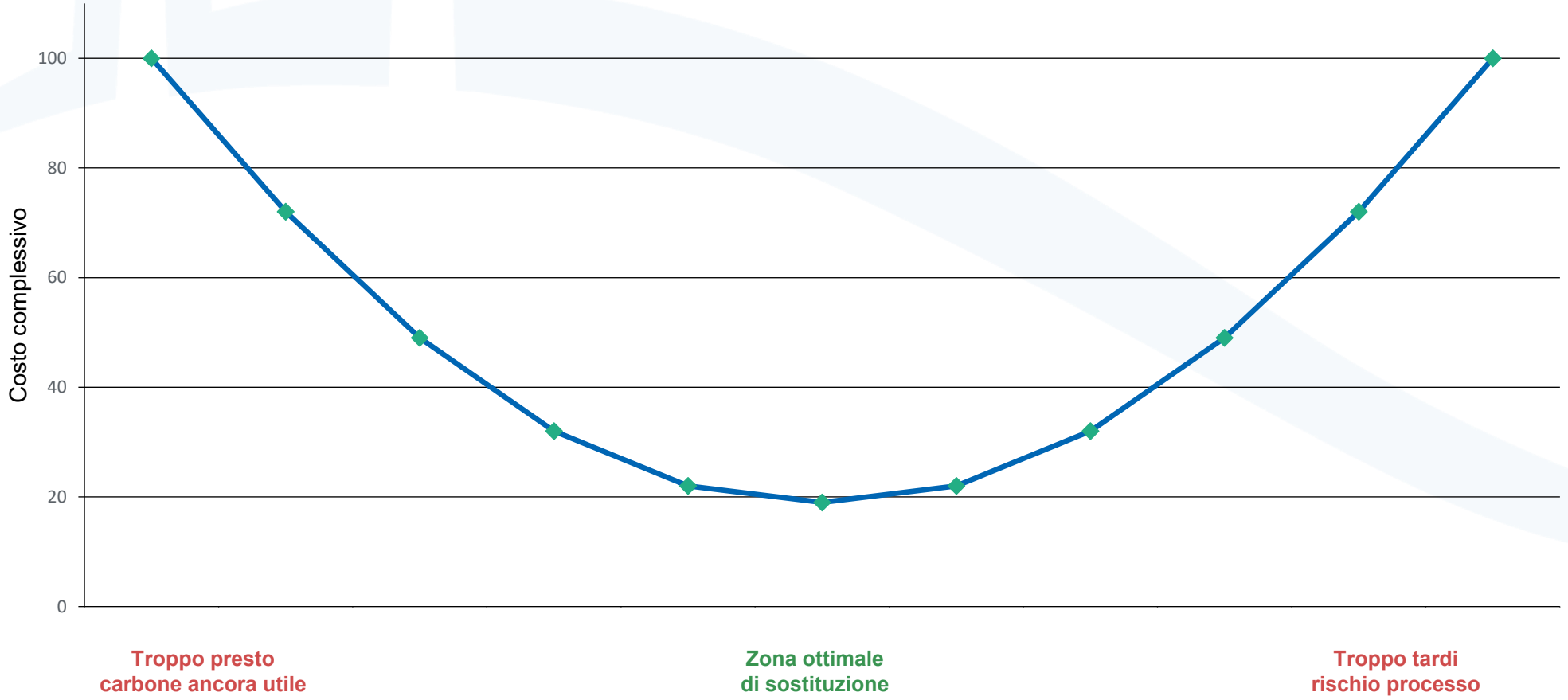
Perdita come mancati guadagni

271 €/giorno
1.897 €/settimana
8.130 €/mese

Il 96,0% CH$_4$ è uno scenario di calcolo: il limiti della UNI/TR 11537 sono sul PCS 34,95 ÷ 45,28 MJ/Sm³; CO2 < 2,5%

La sostituzione ottimale sta nel mezzo

Grafico concettuale: il costo complessivo cresce se il cambio è troppo anticipato o troppo ritardato.



In lead–lag, il breakthrough del filtro 1 è il segnale per intervenire; il rischio per le membrane cresce solo se viene esaurita anche la protezione del 2° filtro. Il conduttore ha un margine di tempo che gli consente di lavorare al massimo dell'efficienza.

Conclusions

La **comprovata tecnologia GC** garantisce un monitoraggio VOC affidabile nel lungo periodo grazie alla **validazione automatica del dato**

L'analisi VOC in tempo reale migliora il controllo del processo di upgrading e la **rilevazione precoce delle anomalie**

La gestione ottimizzata dei filtri riduce i costi operativi

L'analisi VOC supporta l'immissione sicura e conforme del biometano nella rete del gas

POLLUTION
ANALYTICAL EQUIPMENT

Domande?

Per maggiori informazioni puoi scrivere a Riccardo Boarelli

riccardo.boarelli@pollution.it
+39 344 1970481

www.pollution.it
pollution@pollution.it