

# Analisi rapida del gas naturale con l'analizzatore di gas naturale Micro GC Agilent 990

## Autore

Jie Zhang  
Agilent Technologies, Inc.

## Introduzione

Il gas naturale è una miscela di idrocarburi gassosi presente in natura e composta principalmente da metano, ma che solitamente comprende quantità variabili di altri idrocarburi quali etano, propano, butano e isobutano, pentano e isopentano. A volte insieme agli idrocarburi si trovano piccole percentuali di diossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), azoto, solfuro di idrogeno (H<sub>2</sub>S) o elio.

Il gas naturale è una fonte di energia usata per riscaldare, cucinare e produrre elettricità. Può essere usato anche come combustibile per veicoli e feedstock chimico per la produzione di plastica e altre sostanze chimiche importanti.

In gran parte del mondo, il gas naturale viene venduto in funzione del contenuto energetico. Informazioni precise sulla composizione del gas naturale possono aiutare a generare il corretto potere calorifico dell'unità, fondamentale per il commercio di questo tipo di gas. L'approccio tradizionale all'analisi del gas naturale si basa principalmente su un normale GC di laboratorio con una complessa configurazione multicolonna e multivalvola. Per completare l'analisi sono necessari generalmente tra i 6 e i 20 minuti (a seconda della configurazione e dei composti di interesse da analizzare). Il Micro GC 990 Agilent è molto più piccolo di una piattaforma GC tradizionale e consuma meno energia e gas di trasporto. Soprattutto, però, offre un'analisi più rapida del gas naturale. L'approccio del Micro GC 990 all'analisi di campioni di gas complessi consiste nell'analizzare parte del campione su diversi canali, quindi combinare e normalizzare tali risultati per ottenere informazioni complete sull'intero campione. Dal momento che ogni canale si concentra su una piccola parte del campione, il metodo risulta facilmente ottimizzato per analisi più rapide, mantenendo al contempo un'ottima risoluzione.

Questo studio dimostra le caratteristiche di quattro tipi di analizzatori di gas naturale (NGA) basati sulla piattaforma Micro GC 990. Ciascun canale dell'analizzatore viene selezionato per analizzare una parte dei costituenti del gas naturale per uno specifico requisito analitico. Il metodo analitico caricato sull'analizzatore viene ottimizzato in fabbrica e verificato con uno standard di gas naturale simulato. Per dimostrare la validità del metodo, tutti i risultati dei test saranno riprodotti presso il laboratorio del cliente.

## Condizioni sperimentali

**Tabella 1.** Configurazioni dei canali dei quattro analizzatori NGA.

Analizzatori NGA	Analizzatore NGA A	Analizzatore NGA A versione estesa	Analizzatore NGA B	Analizzatore NGA B versione estesa
Opzione G3599A	n. 120	n. 121	n. 122	n. 123
Canale 1	Canale HayeSep A di 40 cm, dritto	Canale HayeSep A di 40 cm, backflush	CP-PoraPLOT U di 10 m, backflush	CP-Molesieve 5Å, 10 m, backflush, opzione di stabilità del tempo di ritenzione (RTS)
Canale 2	6 m CP-Sil 5CB, diretto	4 m CP-Sil 5CB, backflush	6 m CP-Sil 5CB, diretto	CP-PoraPLOT U di 10 m, backflush
Canale 3		8 m CP-Sil 5CB, diretto		6 m CP-Sil 5CB, diretto
Analisi	Aria, CO <sub>2</sub> Idrocarburi da C <sub>1</sub> a C <sub>9</sub>	Aria, CO <sub>2</sub> Idrocarburi da C <sub>1</sub> a C <sub>12</sub>	Aria, CO <sub>2</sub> Idrocarburi da C <sub>1</sub> a C <sub>9</sub> H <sub>2</sub> S	Aria, CO <sub>2</sub> Idrocarburi da C <sub>1</sub> a C <sub>9</sub> H <sub>2</sub> S Gas permanenti (O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , He, H <sub>2</sub> )

**Tabella 2.** Composizione degli standard di gas usati per testare l'analizzatore.

Composto	Concentrazione (% mole)
<b>Gas naturale simulato</b>	
Azoto	1,01%
Ossigeno	0,02%
Diossido di carbonio	5%
Metano	Bilancio
Etano	1,5%
Propano	0,40%
Isobutano	0,05%
Butano	0,05%
2,2-dimetilpropano	0,01%
Isopentano	0,03%
Pentano	0,03%
2,2-dimetilbutano	0,01%
Esano	0,005%
Eptano	0,005%
Ottano	0,005%
Nonano	0,005%

Composto	Concentrazione (% mole)
<b>Miscela di idrocarburi da C<sub>6</sub> a C<sub>10</sub> presenti nell'elio</b>	
Esano	0,005%
Eptano	0,005%
Ottano	0,005%
Nonano	0,005%
Decano	0,005%

Composto	Concentrazione (% mole)
<b>He/Ne/H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> nel metano</b>	
Elio	0,10%
Neon	0,05%
Idrogeno	0,10%
Ossigeno	0,05%
Azoto	0,10%
Metano	Bilancio

**Tabella 3.** Condizioni di ciascun canale per l'analisi dei campioni.

Tipo di canale	Temperatura della colonna (°C)	Pressione della colonna (kPa)	Tempo di backflush (s)	Gas carrier
HayeSep A, 40 cm, diretto	60	260	NA	Elio
6 m, CP-Sil 5CB, diretto	70	175	NA	Elio
HayeSep A, 40 cm, backflush	90	340	150	Elio
4 m, CP-Sil 5CB, backflush	60	150	11	Elio
8 m, CP-Sil 5CB, diretto	150	200	NA	Elio
10 m, CP-PoraPLOT U, backflush	80	150	12	Elio
10 m, CP-MoleSieve 5Å, backflush (RTS)	80	200	8	Elio/Argo

## Analizzatori NGA

### Analizzatore NGA a due canali (Figura 1A)

L'ingresso del campione si trova sulla parte anteriore dello strumento per un accesso facilitato. I collegamenti per il gas di trasporto e lo spurgo della colonna/del campione si trovano sul retro del GC.

Il campione viene aspirato (in modalità pompa) o spinto (in modalità flusso continuo) all'interno del loop di campionamento attraverso l'apposito ingresso. La porta d'ingresso e i relativi condotti di collegamento verso ciascun canale vengono disattivati per inerzia. Ciò risulta utile nell'analisi di componenti attivi a bassi livelli come  $H_2S$ . È inoltre possibile riscaldare la porta d'ingresso a  $110\text{ }^\circ\text{C}$  per evitare la condensazione del campione.

Dopo che il campione viene spurgato e ha riempito il loop di campionamento nell'iniettore, la valvola di iniezione nella colonna analitica o nella precolonna (canale backflush) si attiva per consentire l'analisi. La quantità di campione iniettata è controllata dal tempo di iniezione. In genere, a seconda della concentrazione del campione, si utilizza un tempo di iniezione tra i 20 e i 100 ms. Più lungo è il tempo di iniezione, più alta sarà la risposta del rivelatore a conducibilità termica. Ciascun canale separa i propri composti target e genera un cromatogramma. Per l'identificazione dei composti si utilizza il tempo di ritenzione (RT) di ogni picco. La risposta del picco viene usata per calcolare la concentrazione in base alla curva di calibrazione con standard esterni (ESTD) sviluppata per ciascun canale: la concentrazione finale di ciascun componente dell'intero campione viene calcolata mediante normalizzazione della concentrazione di tutti i componenti quantificati.

### Analizzatore NGA versione estesa (Figura 1B)

La versione estesa dell'analizzatore presenta tre canali per l'analisi del gas naturale. È una combinazione del cabinet base e della versione estesa del cabinet dei canali, che può ospitarne fino a quattro, controllata da un'unica scheda principale.

Il touch screen a colori agevola l'utilizzo. Mostra la configurazione del sistema, oltre al valore effettivo e i punti di impostazione di pressione e temperatura di ciascun canale. Gli utenti possono controllare facilmente la versione del firmware, la licenza dello strumento, l'indirizzo IP e altre impostazioni di rete. È possibile visualizzare le informazioni in due lingue: inglese e cinese. Passare da una lingua all'altra è molto facile grazie al touch screen. Nella parte inferiore del touchscreen c'è una barra di stato che mostra lo stato degli strumenti tramite vari colori. Lo stato degli strumenti viene mostrato anche da una luce LED sul lato destro del gruppo superiore. Funziona come un semaforo:

- verde indica che il sistema è pronto ai punti di impostazione
- giallo indica che il sistema non è pronto
- rosso indica un errore
- verde lampeggiante indica in funzione



**Figura 1A.** Analizzatore di gas naturale a due canali. Il cerchio rosso indica l'ingresso del campione.

La configurazione dei canali di ciascun analizzatore dipende dalla composizione del gas naturale o dei composti di interesse. Il canale con setaccio molecolare è per l'analisi di gas permanenti, metano e monossido di carbonio. Il canale CP-PoraPLOT U è per l'analisi dei composti contenenti  $H_2S$  e da  $C_1$  a  $C_3$ . Il canale CP-Sil 5CB è per l'analisi di idrocarburi più pesanti di  $C_2$ .

L'opzione backflush protegge la colonna analitica. Per esempio, umidità e  $CO_2$  vengono facilmente assorbite in una colonna MolSieve  $5\text{ \AA}$ , il che può portare a una deriva di RT. È necessario molto tempo per condizionare la colonna e ripristinare le prestazioni. Se nel canale del setaccio molecolare entrano altri idrocarburi, la loro eluizione richiederà un tempo molto più lungo. Ciò non solo allunga il tempo di analisi ma aumenta anche il rumore di fondo. L'opzione backflush può aiutare a intrappolare ed eliminare umidità,  $CO_2$  e idrocarburi ( $>C_1$ ) al fine di proteggere la colonna analitica MolSieve  $5\text{ \AA}$ . Anche le colonne PoraPLOT U e HayeSep A sono dotate di opzione backflush, usata per evitare l'ingresso nella colonna analitica di idrocarburi più pesanti di  $C_3$ , per ridurre il tempo di analisi dei due canali e per evitare interferenze dei componenti più pesanti sull'analisi successiva.



**Figura 1B.** Analizzatore di gas naturale a tre canali. Il cerchio rosso indica l'ingresso del campione.

## Analizzatore NGA A

**Canale 1:** Un canale HayeSep A dritto di 40 cm per l'analisi di aria, metano, CO<sub>2</sub>, etano e propano.

Le figure 2A e 2B mostrano i cromatogrammi dei cinque composti in questo canale. I cinque componenti analizzati sono stati ben risolti. L'analisi è stata completata in meno di due minuti.

**Canale 2:** Un canale CP-Sil 5CB diretto di 6 m per l'analisi di idrocarburi dal propano al nonano.

L'etano è stato eluito in meno di 50 secondi, l'ottano in circa tre minuti. Per rivelare il nonano sono necessari all'incirca cinque minuti. Le figure 3A e 3B mostrano i cromatogrammi dei componenti da C<sub>3</sub> a C<sub>9</sub>. Il propano può essere analizzato in entrambi i canali come componente ponte.

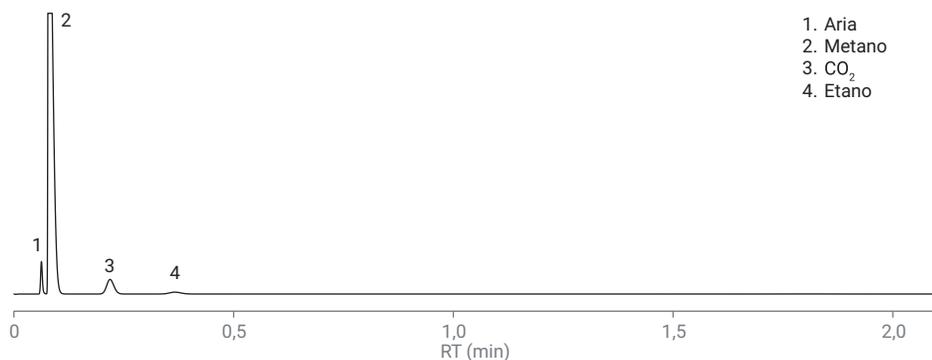


Figura 2A. Analisi di aria, CO<sub>2</sub> e idrocarburi da C<sub>1</sub> a C<sub>3</sub> sul canale diretto HayeSep A.

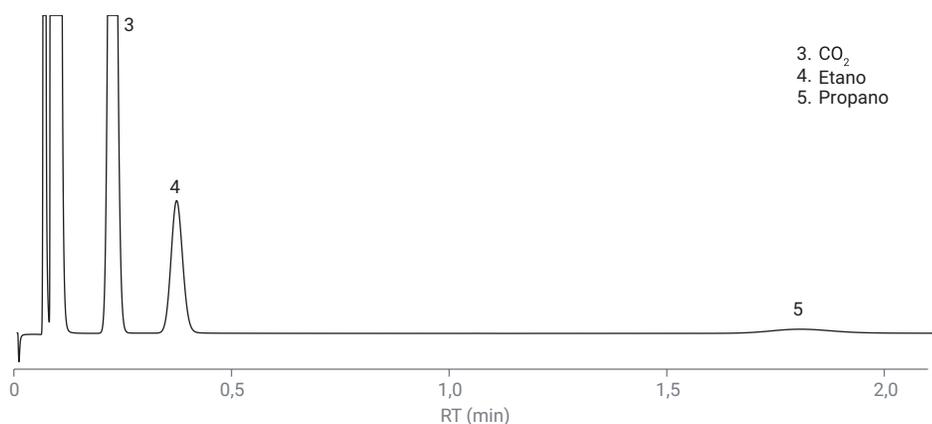


Figura 2B. Cromatogramma ingrandito del propano sul canale HayeSep A diretto.

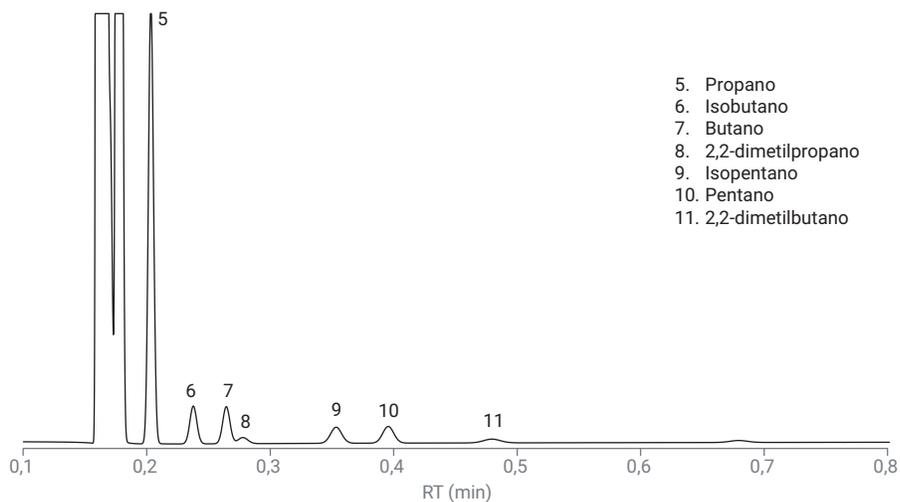


Figura 3A. Da C<sub>3</sub> a C<sub>5</sub> sul canale CP-Sil 5CB di 6 m.

## Analizzatore NGA A versione estesa

**Canale 1:** Un canale backflush HayeSep A di 40 cm per l'analisi di aria, metano, CO<sub>2</sub>, etano e propano.

I componenti più pesanti (>C<sub>3</sub>) vengono sottoposti a backflush prima di entrare nel canale analitico, garantendo così un minor tempo di analisi poiché non è necessario attendere l'eluizione tardiva. Ciò contribuisce anche a evitare che interferiscano con l'analisi successiva. I collegamenti nella colonna HayeSep A con opzione backflush sono diversi da quelli nell'opzione dritta, perciò le condizioni analitiche ottimizzate differiscono tra le due tipologie di colonna. Nel canale backflush HayeSep A si utilizzano pressione e temperatura di colonna elevate per una separazione rapida. Le figure 4A e 4B mostrano i cromatogrammi NGA ottenuti con canale backflush HayeSep A di 40 cm.

**Canale 2:** Un canale backflush CP-Sil 5CB lungo 4 m per l'analisi degli idrocarburi da C<sub>3</sub> a C<sub>5</sub>.

I componenti più pesanti di C<sub>5</sub> sono sottoposti a backflush in precolonna prima di raggiungere la porta di sfiato. L'analisi è stata completata in meno di 30 secondi. La Figura 5 mostra il cromatogramma ottenuto.

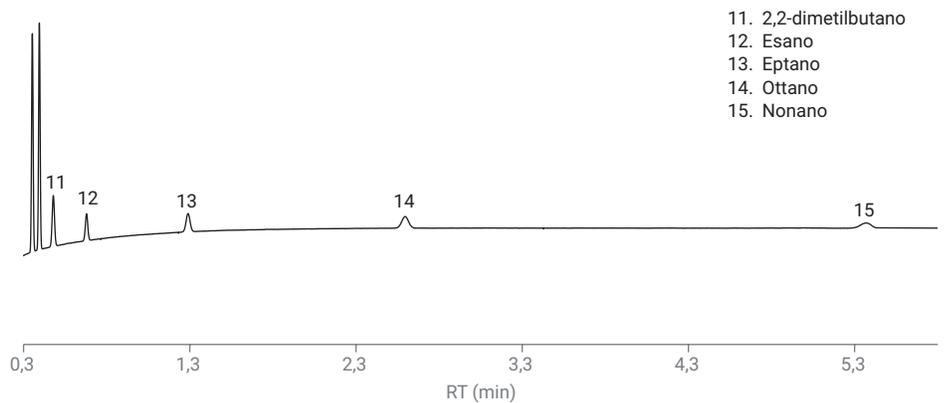


Figura 3B. Da C<sub>6</sub> a C<sub>9</sub> sul canale CP-Sil 5CB di 6 m.

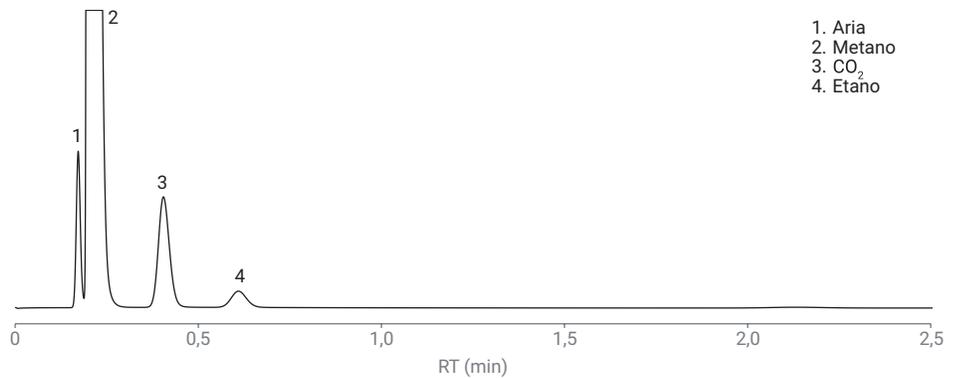


Figura 4A. Analisi di aria, CO<sub>2</sub> e idrocarburi da C<sub>1</sub> a C<sub>3</sub> sul canale backflush HayeSep A.

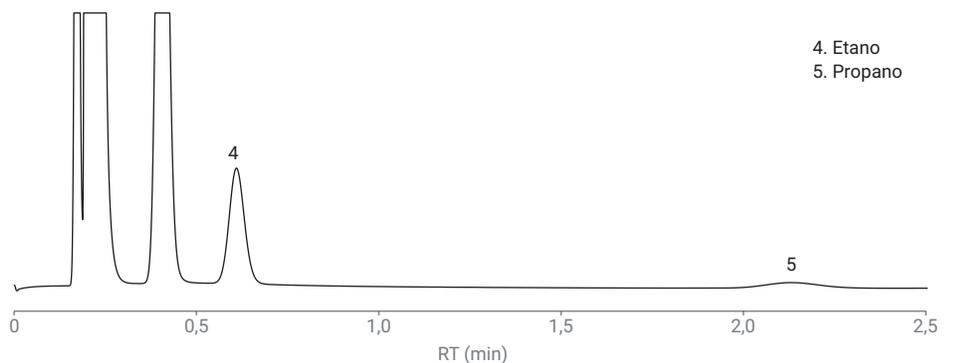
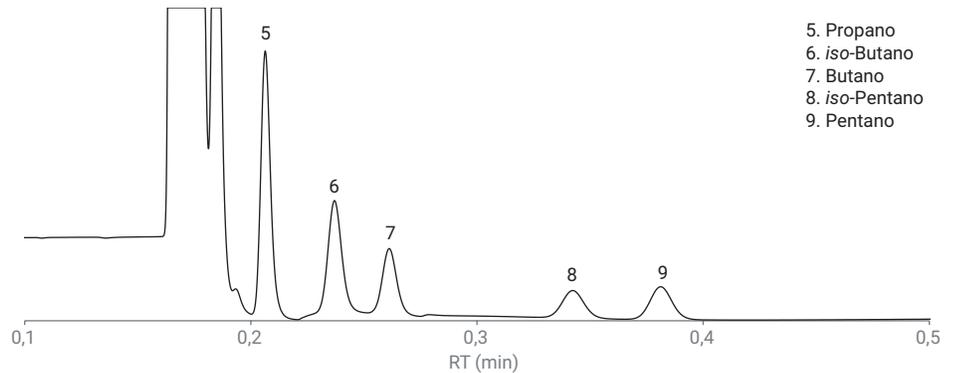


Figura 4B. Propano sul canale backflush HayeSep A.

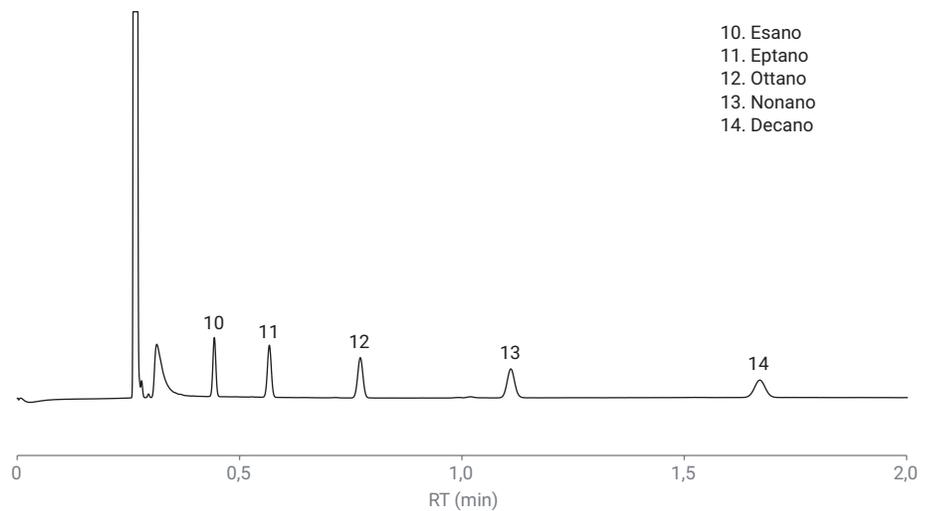
**Canale 3:** Un canale CP-Sil 5CB backflush lungo 8 m per l'analisi dei componenti C<sub>6</sub> e C<sub>6</sub>-plus.

La Figura 6 mostra il cromatogramma per i componenti da C<sub>6</sub> a C<sub>10</sub> sul canale 5CB diretto di 8 m.

I canali 2 e 3 dell'analizzatore A versione estesa non svolgono solo la funzione del canale 2 dell'analizzatore A, ma ampliano l'intervallo di analisi degli idrocarburi arrivando a C<sub>12</sub> senza compromettere la velocità di esecuzione. La funzione backflush del canale CP-Sil 5CB da 4 m assicura che gli idrocarburi da C<sub>3</sub> a C<sub>5</sub> vengano analizzati in meno di 30 secondi senza interferenze da parte dei componenti pesanti. L'elevata temperatura di 150 °C del canale 3 accelera l'eluizione dei componenti C<sub>6</sub>/C<sub>6</sub>-plus. Per ottenere una buona separazione di esano e pentano a temperatura elevata si utilizza una colonna CP-Sil 5CB da 8 m. Il cromatogramma (Figura 6) ha mostrato che il decano è stato eluito in circa 100 secondi in condizioni ottimizzate. Questo risultato è il medesimo ottenuto nel precedente studio sugli analizzatori NGA 490 Agilent.<sup>1</sup>



**Figura 5.** Da C<sub>3</sub> a C<sub>5</sub> sul canale backflush CP-Sil 5CB di 4 m.



**Figura 6.** Miscela da C<sub>6</sub> a C<sub>10</sub> sul canale CP-Sil 5CB di 8 m.

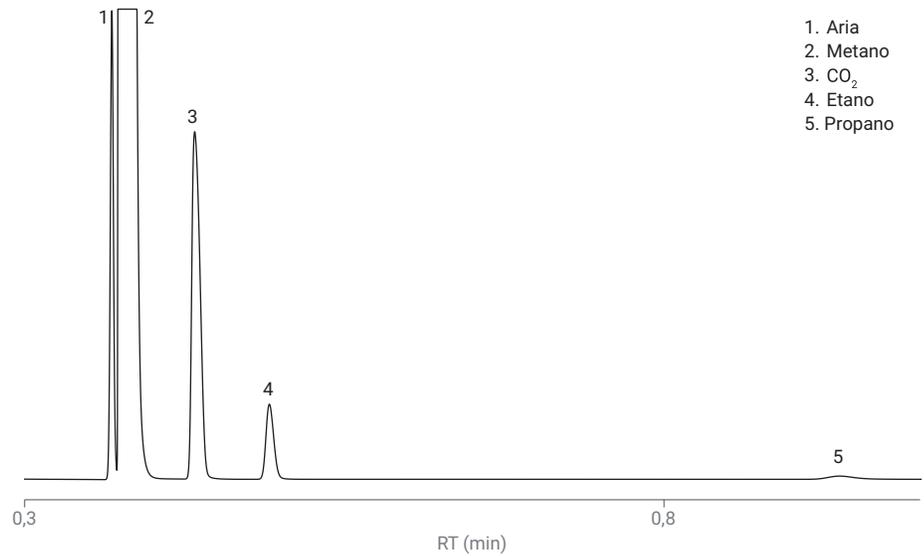
## Analizzatore NGA B

**Canale 1:** Un canale backflush CP-PoraPLOT U di 10 m per l'analisi di aria, metano, H<sub>2</sub>S, etano e propano.

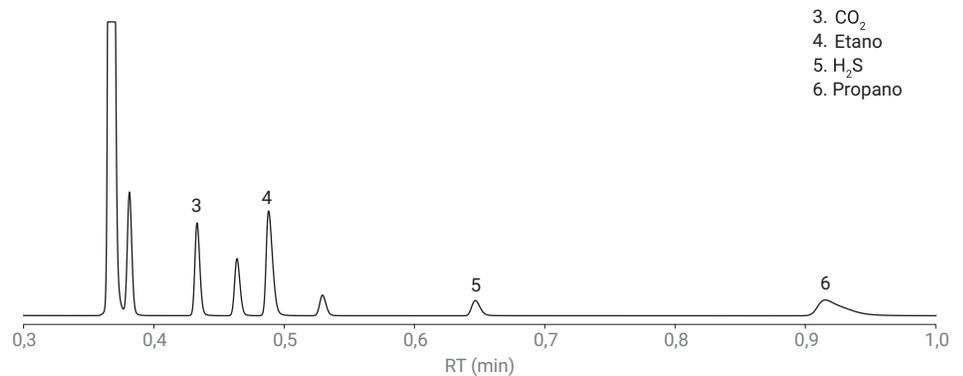
La misura di H<sub>2</sub>S è importante a causa della specificità della qualità del gas, la natura corrosiva di H<sub>2</sub>S nei confronti del materiale dei condotti e i suoi effetti sull'utilizzo dell'attrezzatura. La colonna CP-PoraPLOT U (PPU) è indicata per l'analisi di H<sub>2</sub>S. Il Micro GC 990 applica una tecnica di disattivazione proprietaria per il percorso del campione, la quale riduce l'adsorbimento dei composti attivi, ne migliora la forma dei picchi e contribuisce ad ottenere una migliore rivelazione dei componenti attivi. La Figura 7B mostra una buona forma dei picchi di H<sub>2</sub>S sulla colonna PPU. H<sub>2</sub>S, metano e aria sono ben risolti su questo canale. Il composto più pesante analizzato in questo canale è il propano. Se C<sub>4</sub> e idrocarburi più pesanti venissero analizzati su un canale PPU, l'eluizione richiederebbe molto più tempo, con scodamento dei picchi alla temperatura di colonna applicata. Questo è il motivo per cui sono analizzati sul canale CP-Sil 5CB.

**Canale 2:** Un canale diretto CP-Sil 5CB di 6 m per l'analisi di idrocarburi dal propano al nonano.

Questo canale è lo stesso utilizzato dall'analizzatore NGA A. Per i cromatogrammi, fare riferimento alle figure 3A e 3B.



**Figura 7A.** Analisi di aria, CO<sub>2</sub> e idrocarburi da C<sub>1</sub> a C<sub>3</sub> sul canale backflush CP-PoraPLOT U di 10 m.



**Figura 7B.** Solfuro di idrogeno sul canale backflush CP-PoraPLOT U di 10 m.

## Analizzatore NGA B versione estesa

**Canale 1:** Un canale CP-MoleSieve 5Å backflush di 10 m.

I gas permanenti all'interno del gas naturale, tra cui elio, neon, idrogeno, ossigeno, azoto e metano vengono solitamente analizzati in colonne con fase stazionaria a setaccio molecolare. In confronto ad altre tipologie di fase stazionaria, la MolSieve 5Å ottiene la separazione alla linea di base dei gas permanenti a temperatura ambiente o maggiore, senza l'impiego di costosi refrigeranti.

Come gas di trasporto è possibile usare sia argon che elio. L'elio viene solitamente usato per l'analisi di azoto e ossigeno con una buona risposta del rivelatore. Per elio a basse concentrazioni e un'analisi completa dell'idrogeno si utilizza solitamente l'argon come gas di trasporto.

Le colonne a setaccio molecolare sono sensibili a umidità e CO<sub>2</sub>. Per questo motivo, tra il modulo dinamico di controllo elettronico del gas (DEGC) e la colonna analitica vi è un'opzione di stabilità del tempo di ritenzione (RTS). La stabilità del tempo di ritenzione (RTS) opera come un filtro in linea, intrappolando umidità e CO<sub>2</sub> prima dell'ingresso del gas di trasporto nella colonna con setaccio molecolare, garantendo perciò la stabilità del tempo di ritenzione a lungo termine di questo canale.

Le figure 8A e 8B mostrano i cromatogrammi dei gas permanenti sul canale MolSieve 5Å con elio e argon in qualità di gas di trasporto. Ai livelli di concentrazione testati (da 500 a 1.000 ppm), elio e idrogeno vengono rivelati più facilmente con argon come gas di trasporto.

**Canale 2:** Un canale backflush CP-PoraPLOT U di 10 m per l'analisi di CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, etano e propano.

**Canale 3:** Un canale diretto CP-Sil 5CB di 6 m per l'analisi di idrocarburi dal propano al nonano.

I canali 2 e 3 dell'analizzatore B versione estesa sono identici ai due canali usati dall'analizzatore B. Per i cromatogrammi fare riferimento alle figure 7B, 3A e 3B.

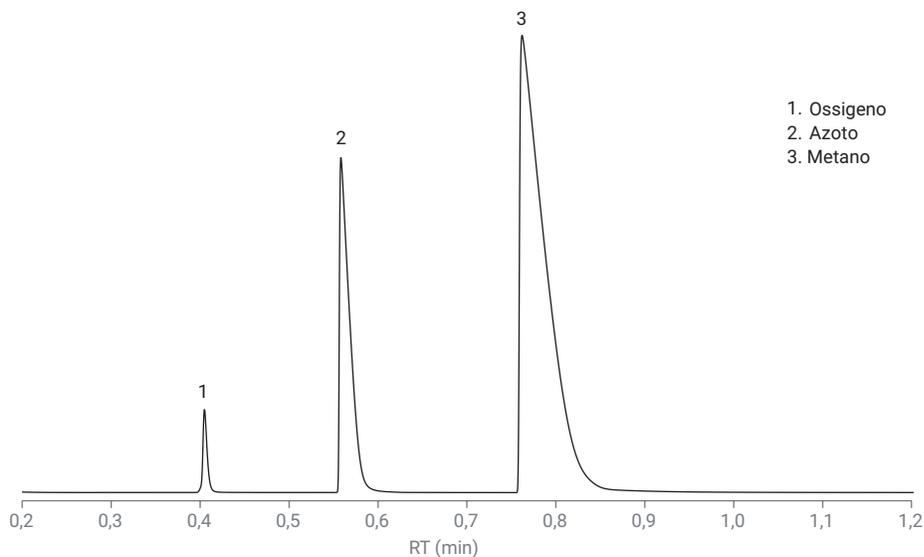


Figura 8A. Ossigeno, azoto e metano sul canale backflush CP-MoleSieve 5 Å con elio come gas di trasporto.

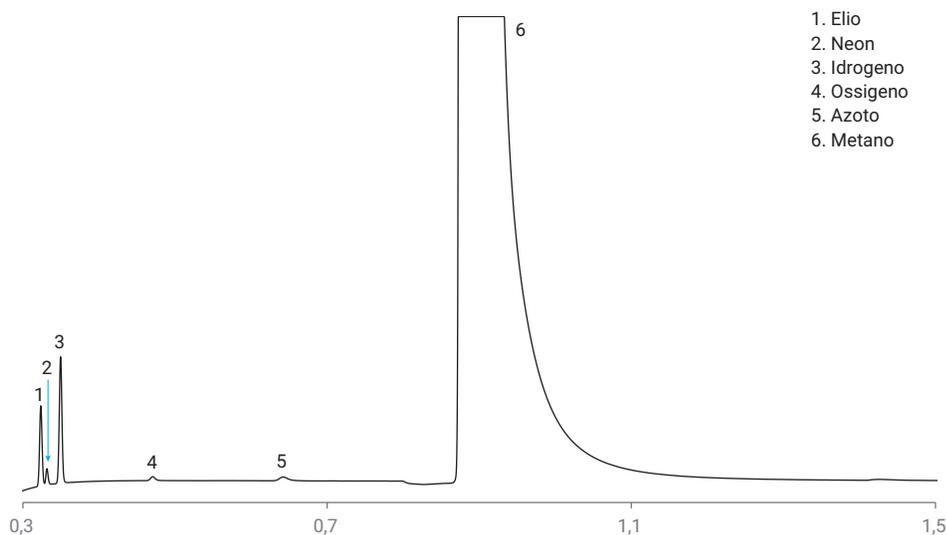


Figura 8B. Elio, neon, idrogeno, ossigeno, azoto e metano sul canale backflush CP-MoleSieve 5 Å con argon come gas di trasporto.

## Ripetibilità del tempo di ritenzione (RT) e della risposta dell'analizzatore

La ripetibilità dello strumento è importante per una qualifica corretta e una quantificazione accurata. Le tabelle 4A e 4B mostrano l'RT dello strumento e la ripetibilità dell'area di risposta per l'analizzatore A, l'analizzatore B e B versione estesa in 10 iniezioni. Per gli analizzatori B e B versione estesa, i valori RSD% di RT e area sono mostrati sul CP-PoraPLOT U di 10 m e sul canale con setaccio molecolare. Il risultato di ripetibilità per gli idrocarburi da C<sub>4</sub> a C<sub>9</sub> sul canale CP-Sil 5CB di 6 m è lo stesso di quello ottenuto col canale 2 dell'analizzatore A, come mostrato nella Tabella 4A. La ripetibilità del RT nei tre analizzatori è inferiore a 0,1% mentre la ripetibilità dell'area è compresa tra 0,1 e 2%. Il controllo termico e pneumatico ad elevata precisione e le capacità di rivelazione stabili e sensibili del rivelatore a conducibilità termica contribuiscono alle eccellenti prestazioni di ripetibilità.

**Tabella 4A.** Ripetibilità di RT e area sull'analizzatore A.

Composto	RT/min	RSD% RT	Area (mv × s)	RSD% area
Azoto/ossigeno	0,063	0,081	10,73	0,09
Metano	0,079	0,074	426,69	0,04
Diossido di carbonio	0,219	0,022	19,89	0,02
Etano	0,366	0,014	4,12	0,05
Propano	0,203	0,004	6,685	0,02
Isobutano	0,238	0,002	0,787	0,03
Butano	0,264	0,003	0,813	0,03
2,2-dimetilpropano	0,278	0,005	0,169	0,12
Isopentano	0,353	0,002	0,538	0,22
Pentano	0,396	0,002	0,555	0,11
2,2-dimetilbutano	0,480	0,002	0,191	0,33
Esano	0,679	0,003	0,106	1,0
Eptano	1,290	0,007	0,118	1,1
Ottano	2,596	0,017	0,129	1,00
Nonano	5,382	0,002	0,137	1,90

**Tabella 4B.** Ripetibilità di RT e area sull'analizzatore B con canale CP-PoraPLOT U e analizzatore B versione estesa con canale CP-Moleseive 5Å.

CP-PoraPLOT U di 10 m, backflush				
Composto	RT (min)	RSD% RT	Area (mv × s)	RSD% area
Azoto/ossigeno	0,368	0,006	12,646	0,34
Metano	0,374	0,001	495,347	0,36
Diossido di carbonio	0,414	0,006	23,826	0,37
Etano	0,487	0,007	4,748	0,37
Propano	0,932	0,014	0,879	0,46
10m, CP-MolSieve 5Å, backflush				
Composto	RT (min)	RSD% RT	Area (mv × s)	RSD% area
Elio	0,308	0,006	1,28	0,04
Neon	0,316	0,006	0,231	0,22
Idrogeno	0,333	0,006	2,137	0,06

## Calcolo delle proprietà fisiche del gas naturale

Il valore economico del gas naturale è determinato da varie e importantissime proprietà fisiche tra cui il potere calorifico, la compressibilità e l'indice di Wobbe. Seguendo gli standard internazionali, tali proprietà sono state calcolate a partire dalla concentrazione di ogni composto identificato nel gas naturale e i suoi parametri fisico-chimici specifici. Agilent OpenLab CDS, OpenLab EZchrom e OpenLab ChemStation sono opzioni disponibili di sistemi di gestione dei dati cromatografici mediante i quali l'analizzatore NGA raccoglie i dati e identifica e quantifica i costituenti del gas naturale. I risultati della quantificazione vengono immessi nel software EZReporter (Figura 9) per il calcolo delle proprietà fisiche critiche. EZReport 4.0 segue le norme ASTM D3588, ASTM D2598, GPA 2172, GPA 2177, ISO 6976 e ISO 8973 per i calcoli relativi all'analisi del gas naturale. I risultati del calcolo sono quindi disponibili per attività di report, monitoraggio, tracciatura dei trend ed esportazione in EZReport.

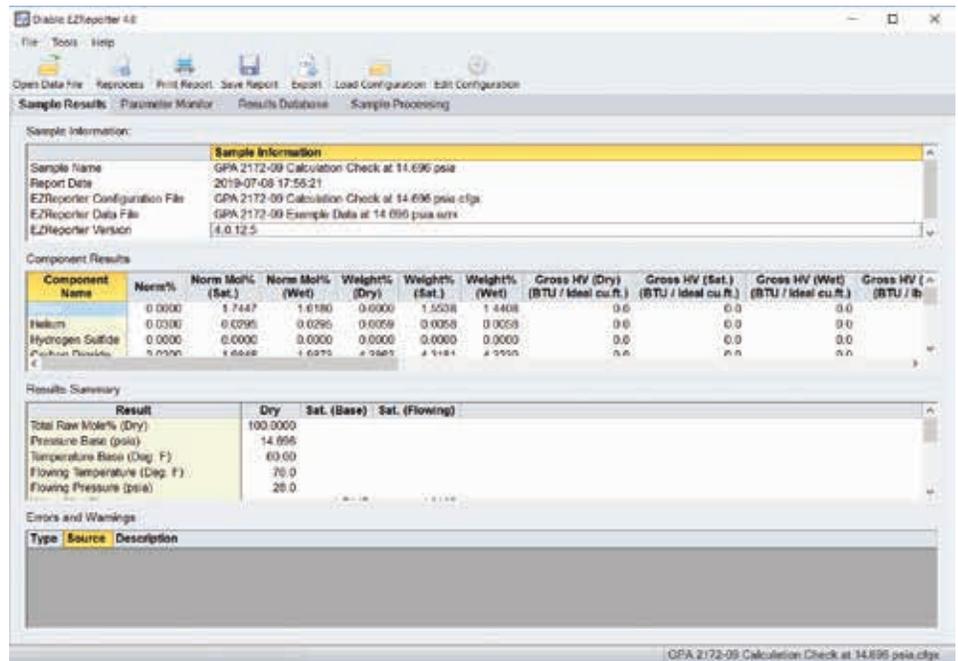


Figura 9. Calcolo effettuato da Diabolo EZReport 4.0 in base alla norma GPA 2172-09.

## Conclusione

Questo studio dimostra il funzionamento di quattro tipi di analizzatori NGA basati sulla piattaforma Micro GC 990. La configurazione di ciascun analizzatore è determinata dalla composizione del flusso di gas naturale target. L'analizzatore NGA A risolve aria, metano, diossido di carbonio e gli idrocarburi da C<sub>2</sub> a C<sub>6</sub> in meno di due minuti. È possibile completare l'analisi dei composti più pesanti, fino a C<sub>9</sub>, in circa cinque minuti. Per l'analisi generale a velocità elevata di gas naturale con idrocarburi pesanti, fino a C<sub>12</sub>, si utilizza l'analizzatore NGA A versione estesa dotato di tre canali. L'analizzatore NGA B analizza campioni con composizione simile a quelli analizzati dall'analizzatore NGA A, con l'ulteriore possibilità di

analisi di H<sub>2</sub>S. L'analizzatore NGA B versione estesa permette l'analisi di gas permanenti, H<sub>2</sub>S e altri costituenti generali del gas naturale (idrocarburi fino a C<sub>9</sub>). Le opzioni backflush vengono utilizzate per proteggere la colonna analitica dai contaminanti più pesanti e per mantenere ogni analisi libera da interferenze da parte dei composti pesanti dell'analisi precedente.

In termini di ripetibilità di area e RT si osservano eccellenti prestazioni strumentali, che garantiscono risultati di qualifica e quantificazione con un alto grado di affidabilità.

Gli analizzatori NGA possono essere usati in laboratorio, online, in linea e sul campo. Sono soluzioni rapide, portatili ed efficienti sotto il profilo energetico per l'analisi del gas naturale.

## Bibliografia

1. Fast Analysis of Natural Gas using the Agilent 490 Micro GC Natural Gas Analyzer, *Agilent Technologies Application Note*, publication number 5991-0275EN, **2011**.

[www.agilent.com/chem](http://www.agilent.com/chem)

Le informazioni fornite possono variare senza preavviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2019  
Stampato negli Stati Uniti, 26 settembre 2019  
5994-1040ITE

