

Analisi produttiva di campioni a matrice elevata grazie a ICP-MS con sistema di diluizione avanzata

Auto-diluizione di sedimenti e terreni con il sistema Agilent ADS 2 prima dell'analisi con il sistema ICP-MS Agilent 7850



Autore

Peter Riles
Agilent Technologies, Inc.

Introduzione

L'analisi di campioni a matrice elevata, come terreni e sedimenti, tramite ICP-MS può essere impegnativa e richiedere molto tempo, soprattutto per i laboratori con carichi di campione elevati. La capacità di misurazione multi-elemento della tecnologia ICP-MS consente agli operatori di quantificare molti elementi in un campione. Tuttavia, la determinazione di un'ampia serie di elementi richiede in genere che l'operatore prepari più standard di calibrazione idonei per tali elementi. Inoltre, data la complessità e l'elevato tenore di solidi totali di alcuni campioni ambientali, è necessario molto tempo per preparare i campioni all'analisi. Una volta preparati, gli operatori potrebbero dover diluire ulteriormente i campioni per garantire che tutti gli elementi vengano misurati all'interno dell'intervallo di calibrazione, il che richiede ancora più tempo e risorse e interrompe il flusso di lavoro delle analisi.

Per ridurre il carico di lavoro richiesto all'operatore, gli strumenti ICP-MS (e ICP-OES) Agilent possono essere dotati del nuovo sistema di diluizione avanzata Agilent ADS 2, un sistema preconfigurato a due siringhe per la diluizione modulare che include un sistema avanzato a valvola per ICP-MS (AVS MS*)¹. Il sistema ADS 2 consente agli operatori di eseguire facilmente tre importanti funzioni che consentono di risparmiare tempo, ridurre i tempi di risoluzione dei campioni e diminuire il costo per analisi:

- Preparazione automatica di una calibrazione multi-punto da singoli standard stock. Automatizzando la preparazione degli standard di calibrazione è possibile eliminare le lunghe operazioni manuali e ridurre al minimo il potenziale di errore ad esse associato.
- Diluizione automatica dei campioni con un fattore prescritto, eliminando la necessità di una diluizione manuale e riducendo il rischio di contaminazione.
- Una diluizione reattiva intelligente degli analiti target viene eseguita automaticamente quando i risultati sono fuori dall'intervallo di calibrazione o quando gli elementi dello standard interno (ISTD) mostrano soppressione o potenziamento, anche nel funzionamento senza operatore.^{2,3}

Il sistema ADS 2 integra le già elevate prestazioni degli strumenti ICP-MS Agilent e del software Agilent ICP-MS MassHunter per l'analisi di campioni a matrice elevata, ad esempio i terreni. Questi tipi di campioni possono causare problemi per i sistemi ICP-MS, quali la deriva e la soppressione del segnale, nonché le interferenze da parte di ioni poliatomici e a carica doppia (M^{2+}). Tuttavia, come hanno dimostrato studi precedenti,⁴ il sistema ICP-MS Agilent 7850 è in grado di superare queste problematiche grazie a varie funzioni hardware e software, che comprendono:

- Condizioni operative affidabili (basso rapporto CeO/Ce) che forniscono una tolleranza ottimale alla matrice durante l'analisi campioni di terreno a matrice elevata, riducendo al minimo la deriva e la frequenza della manutenzione ordinaria.

- Tecnologia UHMI (introduzione di livelli di matrice ultra-elevati) per aumentare la tolleranza complessiva alla matrice del sistema ICP-MS. La tecnologia UHMI consente di misurare campioni con livelli di matrice elevati e variabili, senza richiedere diluizioni specifiche per il campione o l'abbinamento alla matrice degli standard di calibrazione.
- Sistema AVS MS, precedentemente noto come ISIS 3. Il sistema AVS MS a sette porte riduce il tempo di introduzione della matrice del campione nello strumento, garantendo una stabilità superiore, riducendo al minimo gli errori di controllo qualità (QC) e la frequenza di manutenzione del sistema.
- Modalità di collisione a elio (He) con sistema di collisione e reazione ottapolare (ORS⁴) per controllare le comuni interferenze spettrali tramite la discriminazione dell'energia cinetica (KED), garantendo così l'accuratezza dei dati.
- Correzione automatica M^{2+} per migliorare l'accuratezza dei dati per elementi come l'arsenico e il selenio.
- Sensori e contatori di avviso di manutenzione preventiva (EMF) e controlli delle prestazioni dopo le analisi che aiutano a mantenere le prestazioni dello strumento avvisando l'operatore della necessità di manutenzione. Queste funzioni riducono gli interventi di manutenzione non necessari, evitano i tempi di inattività degli strumenti e migliorano ulteriormente la produttività.

Come mostrato nella Figura 1, il sistema ADS 2 è posizionato tra l'autocampionatore Agilent SPS 4 e il sistema AVS MS dello strumento ICP-MS 7850. Il sistema è completamente integrato, gestito e controllato dal software ICP-MS MassHunter. Il sistema ADS 2 utilizza due siringhe e quattro valvole per dirigere il flusso del campione, del diluente e del carrier dove è necessario. Questa progettazione assicura i vantaggi di un rapido prelievo di campione e di un'elevata produttività siano mantenuti quando i campioni non richiedono diluizione.



Figura 1. Sistema ICP-MS Agilent 7850 con sistema AVS MS (a destra), autodiluitore Agilent ADS 2 (al centro) e autocampionatore Agilent SPS 4 (a sinistra) integrati.

*Sistema AVS MS precedentemente denominato ISIS 3.

In questo studio, il sistema ICP-MS 7850 con ADS 2 è stato utilizzato per misurare 26 elementi in campioni ambientali rappresentativi a matrice elevata. Il metodo è stato sviluppato utilizzando la procedura guidata del metodo del software ICP-MS MassHunter. L'accuratezza dell'auto-calibrazione, la diluizione automatica prescrittiva dei campioni e la stabilità a lungo termine del sistema ICP-MS 7850 con ADS 2 sono state valutate analizzando soluzioni comprendenti un materiale di riferimento certificato (CRM) di sedimenti fluviali, una soluzione arricchita e misure ripetute di campioni di terreno digeriti.

Condizioni sperimentali

Strumentazione

Per l'analisi è stato utilizzato un sistema ICP-MS 7850 dotato di sistema UHMI standard e cella ORS⁴. L'introduzione automatica del campione è stata eseguita con un autocampionatore SPS 4, ADS 2 e AVS MS. Il sistema ICP-MS 7850 era dotato di un nebulizzatore MicroMist standard, di una camera di nebulizzazione di tipo Scott e di una torcia in quarzo mono pezzo con iniettore d.i. 2,5 mm. L'interfaccia era costituita da un cono di campionamento in rame placcato in nichel e di un cono per skimmer in nichel. Il sistema ADS 2 era dotato di un loop da 1,50 mL, con diametro interno (d.i.) pari a 1,00 mm. Il sistema ORS⁴ utilizza un volume di cella ridotto e una guida ionica ottapolare per ottenere prestazioni ottimali in modalità di collisione He. La modalità He riduce la trasmissione di tutti gli ioni poliatomici mediante KED, riducendo al minimo gli errori dovuti alle comuni interferenze poliatomiche associate alla matrice. È disponibile anche una modalità He potenziata ad alta energia (modalità HEHe) per gestire le sovrapposizioni di specie di fondo ad alta intensità come Ar₂ su Se a m/z 78, N₂ su ²⁸Si e NO/NOH su ³¹P. Il sistema ICP-MS 7850 in modalità HEHe riduce l'intensità delle interferenze senza dover utilizzare un gas di reazione in cella nel sistema ORS⁴, come O₂, H₂ o NH₃. Evitare i gas di reazione in cella non solo semplifica il funzionamento del sistema ICP-MS 7850, ma garantisce inoltre che non si formino nuove interferenze molecolari nella cella dovute all'interazione degli ioni dell'analita con il gas della cella. L'utilizzo di modalità esclusivamente basate su elio migliora pertanto la qualità dei dati, in particolare per l'analisi multi-elemento di matrici di campioni complesse. In questo lavoro, 25 elementi sono stati misurati in modalità He, mentre Se è stato misurato in modalità HEHe.

Per creare un metodo analitico in modo rapido e semplice è stata utilizzata la procedura guidata del metodo del software Agilent ICP-MS MassHunter. La procedura guidata del metodo accompagna gli utenti attraverso una serie di domande per selezionare gli analiti e gli elementi dello standard interno (spesso utilizzando elenchi predefiniti e codici delle soluzioni Agilent). Per questa applicazione sono state selezionate le condizioni preimpostate "UHMI-4", che forniscono condizioni di plasma stabile (basso rapporto CeO⁺/Ce⁺).

Il software ICP-MS MassHunter comprende anche IntelliQuant, in grado di eseguire una scansione dello spettro di massa completo di un campione, con un tempo di analisi di due secondi.⁵ L'acquisizione di dati di scansione rapidi da campioni sconosciuti tramite IntelliQuant è un modo semplice per identificare e semi-quantificare eventuali REE nei campioni. Se in un campione sono presenti REE come Nd, Sm, Gd e Dy a concentrazioni sufficientemente elevate, le interferenze M²⁺ possono compromettere l'accuratezza della misurazione di elementi come As e Se. I dati IntelliQuant presentati come mappa calore della tavola periodica nella Figura 2 mostrano la presenza di Nd, Gd e Dy in un campione di terreno, per cui nella procedura guidata del metodo è stata selezionata la routine "REE²⁺ Correction".

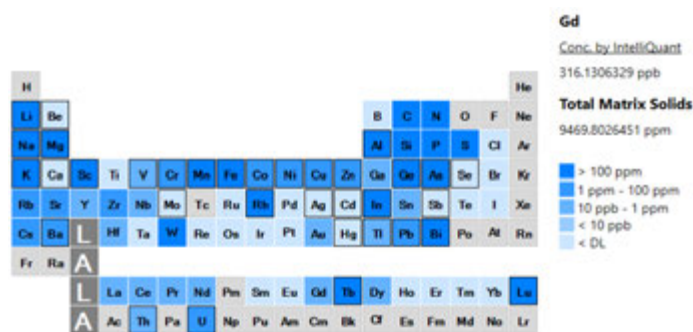


Figura 2. Mappa calore IntelliQuant per un campione di terreno.

La routine del software REE²⁺ Correction imposta automaticamente tutti i parametri necessari per la correzione delle interferenze M²⁺, rendendola veloce da configurare e facile da usare. I parametri comprendono le masse da misurare, la risoluzione dei picchi (modalità a picchi stretti) e le equazioni di correzione. In questo metodo, la correzione REE²⁺ è stata applicata all'analisi di ⁷⁵As e ⁷⁸Se per correggere il contributo degli ioni REE²⁺ e per ⁶⁶Zn per correggere ¹³²Ba⁺⁺.

La funzione di calibrazione automatica del software ICP-MS MassHunter è stata utilizzata per ottimizzare automaticamente le lenti ioniche. Il software di calibrazione automatica ottimizza i conteggi per ⁷Li, ⁸⁹Y e ²⁰⁵Tl nella soluzione di tuning.

I parametri su sfondo della Tabella 1 sono stati predefiniti nel metodo preimpostato e le tensioni delle lenti sono state calibrate automaticamente. Le condizioni operative per il sistema ADS 2 sono mostrate nella Tabella 2.

Tabella 1. Parametri operativi del sistema ICP-MS Agilent 7850.

	Modalità He	Modalità HEHe
Modalità del plasma	UHMI-4	
Potenza RF (W)	1.600	
Flusso di gas di trasporto (L/min)	0,8	
Flusso di gas di diluizione (L/min)	0,15	
Temperatura camera di nebulizzazione (°C)	2	
Profondità di campionamento (mm)	10	
Calibrazione lente	Calibrazione automatica	
Flusso di gas della cella (mL/min)	4,3	10
Discriminazione dell'energia (V)	5	7
Numero di elementi	25	Se

I parametri su sfondo grigio sono definiti automaticamente mediante UHMI.

Tabella 2. Parametri di introduzione del campione dei sistemi Agilent AVS e ADS 2.

Fase	Tempo (s)	Velocità della pompa di prelievo del sistema AVS MS (%)	Posizione ago autocampionatore	Posizione valvola
Carico del campione	10	80	Carico di	campione
Stabilizzazione	10	10	Porta di lavaggio	Iniezione
Lavaggio della sonda	30	10	Porta di lavaggio	Iniezione
Lavaggio della sonda 1	30	10	Porta di lavaggio	Iniezione
Lavaggio della sonda 2	0	0	Porta di lavaggio	Iniezione
Lavaggio 3	0	0	Porta di lavaggio	Iniezione
Lavaggio sonda del loop opzionale	0	0	Porta di lavaggio	Iniezione
Lavaggio del loop opzionale	0	0	Porta di lavaggio	Iniezione

Il sistema 7850 è stato dotato di tubi standard della pompa peristaltica Agilent, bianco-bianco per il campione e arancione-blu per lo standard interno. Lo standard interno comprendeva una soluzione da 2 mg/L ottenuta dalla miscela di standard interni Agilent contenente ⁶Li, Sc, Ge, Rh, In, Tb, Lu e Bi (100 mg/L, codice 5188-6525); la soluzione è stata diluita con un fattore 15x in linea nel campione.

Reagenti

Tutte le soluzioni (carrier, diluente, lavaggio, standard interno e standard di calibrazione) sono state preparate con acido nitrico (HNO₃) all'1%.

Preparazione automatica degli standard di calibrazione con ADS 2

Tre soluzioni stock degli standard di calibrazione sono state preparate a partire da standard Agilent, tra cui la soluzione di calibrazione ambientale (codice 5183-4688) e gli standard singolo elemento per Al (1000 mg/L, codice ICP-013) e Hg (10 mg/L, codice 5190-8575). Una soluzione di Hg da 100 µg/L è stata preparata dalla soluzione stock di Hg in HNO₃ 1% e acqua deionizzata (DI) 18 MΩ (Millipore). Le curve di calibrazione sono state realizzate automaticamente dai tre standard stock utilizzando il sistema ADS 2, con diluizione a fattori 200x, 100x, 50x e 10x. I parametri di diluizione e l'intervallo di calibrazione di ciascun elemento sono elencati nella Tabella 3.

Materiale di riferimento

La calibrazione e l'accuratezza del metodo sono state valutate analizzando River Sediment B (High Purity Standards, USA), un CRM sviluppato per simulare un campione di sedimento fluviale. Il CRM conteneva la maggior parte degli elementi richiesti per questa applicazione, ad eccezione di Ag, Be, Hg e Mo. Pertanto, il CRM è stato arricchito con quantità note di soluzioni singolo elemento certificate per ciascuno di questi elementi.

Tabella 3. Fattori di auto-diluizione del sistema Agilent ADS 2 applicati alle tre soluzioni stock per la preparazione delle curve di calibrazione. Tutte le unità mg/L.

Soluzione stock	Concentrazione originaria	200x	100x	50x	10x (*Al 20x)
Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Th, Tl, U, V, Zn	10	0,05	0,1	0,2	1
Ca, Fe, K, Mg, Na	1.000	5	10	20	100
Hg	0,1	0,0005	0,001	0,002	0,01
Al	1.000	5	10	20	*50

Risultati e discussione

Calibrazione

L'auto-calibrazione con ADS 2 è stata utilizzata per preparare le curve a quattro punti per tutti gli elementi elencati nella Tabella 4. Tutte le curve mostravano un'eccellente linearità, con coefficienti di calibrazione superiori a 0,9995. La Figura 3 mostra curve di calibrazione rappresentative per Al, Fe, Cu e As.

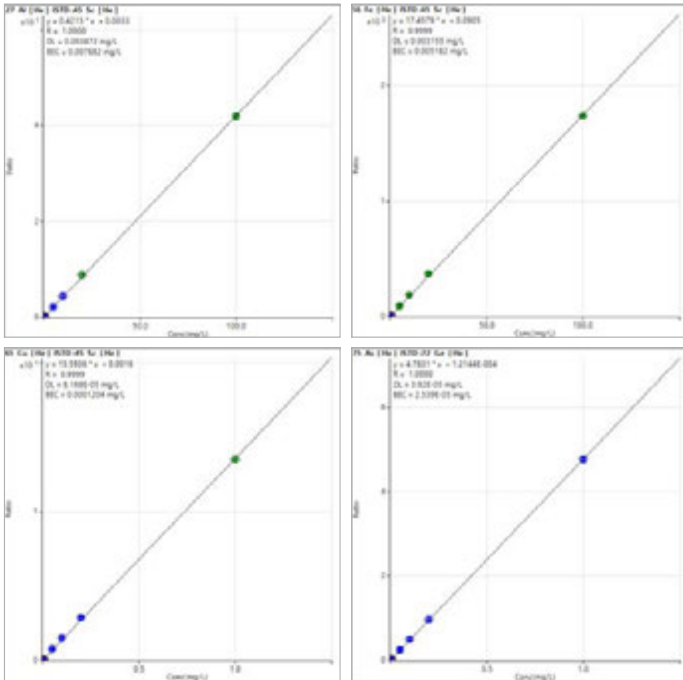


Figura 3. Curve di calibrazione per Al, Fe, Cu e As utilizzando gli standard che sono stati preparati automaticamente da soluzioni stock con il sistema Agilent ADS 2 a fattori di diluizione da 200x a 10x.

Limiti di rivelabilità

I tipici limiti di rivelabilità dello strumento ICP-MS 7850 (IDL) calcolati dalle calibrazioni del software ICP-MS MassHunter sono mostrati nella Tabella 4. Gli IDL sono stati calcolati come tre sigma di 10 misurazioni di una soluzione di bianco.

Tabella 4. Limiti di rivelabilità del sistema ICP-MS Agilent 7850.

Elemento	Modalità	ISTD	IDL (µg/L)
9 Be	He	⁴⁵ Sc	0,17
23 Na	He	⁴⁵ Sc	7,7
24 Mg	He	⁴⁵ Sc	1,4
27 Al	He	⁴⁵ Sc	1,3
39 K	He	⁴⁵ Sc	8,9
44 Ca	He	⁴⁵ Sc	7,1
51 V	He	⁷² Ge	0,012
52 Cr	He	⁷² Ge	0,14
55 Mn	He	⁷² Ge	0,044
56 Fe	He	⁷² Ge	0,14
59 Co	He	⁷² Ge	0,086
60 Ni	He	⁷² Ge	0,031
63 Cu	He	⁷² Ge	0,016
66 Zn	He	⁷² Ge	0,052
75 As	He	⁷² Ge	0,024
78 Se	HEHe	⁷² Ge	0,14
95 Mo	He	¹¹⁵ In	0,0031
107 Ag	He	¹¹⁵ In	0,070
111 Cd	He	¹¹⁵ In	0,0074
121 Sb	He	¹¹⁵ In	0,0076
137 Ba	He	¹¹⁵ In	0,0097
202 Hg	He	²⁰⁹ Bi	0,052
205 Tl	He	²⁰⁹ Bi	0,15
Pb*	He	²⁰⁹ Bi	0,052
232 Th	He	²⁰⁹ Bi	0,0028
238 U	He	²⁰⁹ Bi	0,0022

*I dati di Pb si basano sulla somma degli isotopi 206, 207 e 208.

Recuperi dell'arricchimento

Per rappresentare il contenuto elementare tipico del terreno, la preparazione del campione è avvenuta mediante arricchimento con quantità note di analiti in una soluzione di HNO₃ 1%.

Questa soluzione arricchita, preparata a una concentrazione applicabile all'analisi del terreno, è stata diluita con un fattore 10x utilizzando la funzione di diluizione prescrittiva del sistema ADS 2 durante l'analisi. La Tabella 5 mostra le concentrazioni previste e misurate degli arricchimenti e i recuperi per tutti gli analiti. Per la maggior parte degli elementi i recuperi rientravano nell'intervallo $\pm 10\%$, mentre per tutti gli elementi i recuperi rientravano nell'intervallo $\pm 15\%$ dei valori previsti.

Questa valutazione del metodo del sistema ICP-MS 7850 che utilizza uno standard sintetico relativamente elevato, ma semplice, ha confermato la calibrazione.

Tabella 5. Risultati del recupero dell'arricchimento per una soluzione arricchita diluita automaticamente con il sistema Agilent ADS 2. I dati sono stati corretti per la diluizione a seguito di un'auto-diluizione prescrittiva a 10x da parte del sistema ADS 2.

Elemento	Concentrazione attesa (mg/L)	Concentrazione media misurata (mg/L) (n=10)	Recupero (%)
9 Be	0,01	0,00981	98
23 Na	100	105	105
24 Mg	100	105	105
27 Al	500	517	103
39 K	150	159	106
44 Ca	250	253	101
51 V	0,5	0,502	100
52 Cr	7,5	7,71	103
55 Mn	7,5	7,57	101
56 Fe	400	399	100
59 Co	0,2	0,201	101
60 Ni	1	1,04	104
63 Cu	2,5	2,67	107
66 Zn	5	5,25	105
75 As	0,5	0,521	104
78 Se	0,1	0,103	103
95 Mo	1	1,04	104
107 Ag	0,05	0,0543	109
111 Cd	0,05	0,0555	111
121 Sb	0,2	0,205	103
137 Ba	2	2,08	104
202 Hg	0,004	0,00391	98
205 Tl	0,1	0,0967	97
Pb*	5	5,02	100
232 Th	0,05	0,0526	105
238 U	0,05	0,0515	103

*I dati di Pb si basano sulla somma degli isotopi 206, 207 e 208.

Diluizione prescrittiva dei campioni con il sistema ADS 2

Per valutare la funzione di diluizione prescrittiva del sistema ADS 2 e l'accuratezza del metodo, il sistema di auto-diluizione è stato utilizzato per eseguire una diluizione a un fattore 25x del CRM River Sediment B prima dell'analisi. I risultati per gli elementi certificati e per gli elementi aggiuntivi di arricchimento (Be, Mo, Ag e Hg) sono riportati nella Tabella 6. Tutti gli elementi sono stati misurati come rientranti nell'intervallo $\pm 15\%$ della concentrazione prevista, dimostrando l'efficacia del sistema ADS 2 per la diluizione automatica di un campione di sedimento fluviale a matrice elevata.

Tabella 6. Concentrazioni e recuperi misurati di elementi certificati nel CRM di sedimento fluviale acquisiti con il sistema ICP-MS Agilent 7850 (n = 3). I dati sono stati corretti per la diluizione a seguito di un'auto-diluizione prescrittiva a 25x da parte del sistema Agilent ADS 2.

Elemento	River Sediment B		
	Concentrazione attesa (mg/L)	Concentrazione media misurata (mg/L) (n=10)	Recupero (%)
9 Be	**0,1	0,094	94
23 Na	50	53,6	107
24 Mg	120	131	109
27 Al	600	625	104
39 K	200	205	104
44 Ca	300	308	103
51 V	1	1,01	101
52 Cr	15	15,9	106
55 Mn	6	6,25	104
56 Fe	400	429	107
59 Co	0,15	0,152	101
60 Ni	0,5	0,534	107
63 Cu	1	1,1	110
66 Zn	5	5,36	107
75 As	0,2	0,211	105
78 Se	0,01	0,0104	104
95 Mo	**1	1,03	103
107 Ag	**0,05	0,054	108
111 Cd	0,03	0,0326	109
121 Sb	0,04	0,042	105
137 Ba	4	4,12	103
202 Hg	**0,06	0,0596	99
205 Tl	0,01	0,00952	95
Pb*	2	2,04	102
232 Th	0,1	0,092	92
238 U	0,03	0,0266	89

*I dati di Pb si basano sulla somma degli isotopi 206, 207 e 208.

**Poiché non sono forniti valori certificati per Be, Mo, Ag e Hg, il CRM è stato arricchito manualmente con tali elementi a una concentrazione rilevante.

Stabilità a lungo termine

Il sistema ICP-MS 7850 ha analizzato 144 campioni di terreno digerito per un periodo di 7,6 ore, inserendo una soluzione QC ogni 10 campioni. La soluzione QC è stata preparata in HNO₃ 1% da diversi lotti delle tre soluzioni utilizzate per realizzare gli standard di calibrazione. La concentrazione degli elementi era la seguente: Al, Ca, Fe, K, Mg, Na a 50 mg/L, altri elementi a 0,5 mg/L tranne Hg a 0,003 mg/L.

I campioni di terreno digerito e la soluzione QC sono stati auto-diluiti rispettivamente 15 e 5 volte dal sistema ADS 2 affinché rientrassero nell'intervallo idoneo per la calibrazione ICP-MS. La Figura 4 mostra il grafico di stabilità degli standard interni e la Figura 5 mostra il diagramma di stabilità della soluzione QC sul lotto esteso.

I dati di stabilità dimostrano l'affidabilità e la stabilità del metodo ICP-MS e confermano la capacità del sistema ADS 2 di eseguire diluizioni accurate e ripetibili. Tutti gli elementi hanno riportato una RSD inferiore al 3,5% nell'arco di 7,6 ore, ad eccezione di Hg che ha riportato una RSD del 5,4%. Questa deviazione può essere attribuita alla bassa concentrazione (0,6 µg/L) di Hg in soluzione.

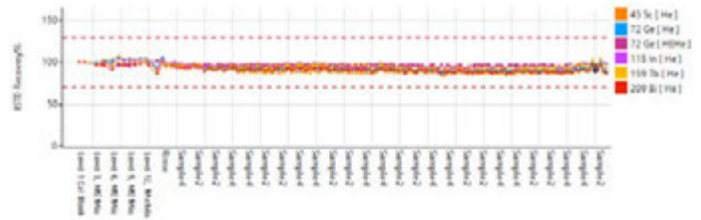


Figura 4. Stabilità di ISTD durante l'analisi di 144 estratti da campioni di terreno che sono stati autodiluiti a 15x utilizzando il sistema Agilent ADS 2. I recuperi di ISTD sono stati normalizzati al bianco di calibrazione per tutti i campioni. Le linee rosse tratteggiate mostrano i limiti di controllo del $\pm 25\%$.

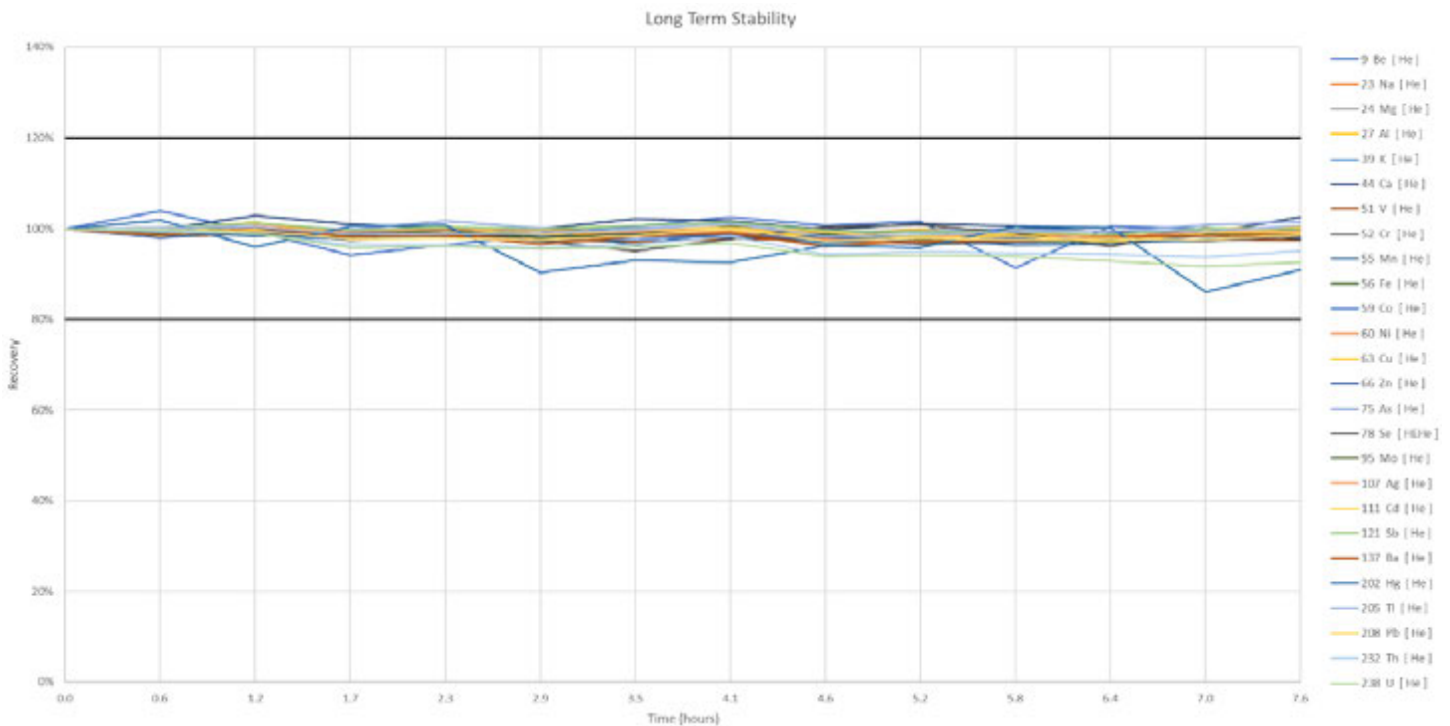


Figura 5. Recuperi della soluzione QC diluita a 5x misurati durante l'analisi di 144 estratti da campioni di terreno nell'arco di 7,6 ore. Le linee continue mostrano i limiti di controllo del $\pm 20\%$.

Conclusione

Lo studio ha mostrato che il sistema di diluizione avanzata Agilent ADS 2 è in grado di calibrare automaticamente il sistema ICP-MS Agilent 7850 utilizzando una serie di diluizioni in linea di soluzioni stock di calibrazione. Il sistema ADS 2 ha anche eseguito lunghe diluizioni prescrittive di campioni a matrice elevata per garantire che le concentrazioni di tutti gli elementi rientrassero nell'intervallo di calibrazione.

La valutazione dell'accuratezza delle funzionalità di auto-diluizione del sistema ADS 2 ha compreso vari aspetti, come la preparazione automatica dei punti di calibrazione tra 200x e 10x e le misurazioni dei campioni tra 25x e 5x. Questo intervallo mostra la flessibilità del sistema ADS 2 nel velocizzare le operazioni critiche e ridurre la necessità di laboriose diluizioni manuali. Se i campioni superano l'intervallo lineare della calibrazione dopo la diluizione, il sistema ADS 2 diluisce automaticamente i campioni utilizzando la modalità di diluizione reattiva.

Il sistema ICP-MS 7850 con tecnologia UHMI funziona con un plasma stabile (basso rapporto CeO^+/Ce^+), il che garantisce che lo strumento è in grado di analizzare campioni a matrice elevata e di ridurre la ripetizione delle misurazioni a causa di deriva. Gli eccellenti risultati di stabilità per ISTD e QC dimostrano l'idoneità del metodo per l'analisi di routine dei terreni per un periodo prolungato di 7,6 ore, senza alcuna perdita di sensibilità.

I dati IntelliQuant sono stati utilizzati per valutare elementi non inclusi nel metodo quantitativo, come i REE. Il software ICP-MS MassHunter Agilent ha applicato correzioni automatiche per le interferenze dovute a ioni REE a carica doppia che impediscono la misurazione di As e Se. Questa routine automatizzata consente di risparmiare tempo rispetto alla correzione manuale delle interferenze dovute a ioni a carica doppia.

Bibliografia

1. Agilent Advanced Dilution System (ADS 2) – Technical overview, Agilent publication, [5994-7211EN](#)
2. Yamashita, R., Automated Analysis of Low-to-High Matrix Environmental Samples Using a Single ICP-MS Method, Agilent publication, [5994-7114EN](#)
3. Zou, A.; Yamanaka, M., Intelligent Analysis of Wastewaters using an Agilent ICP-MS with Integrated Autodilutor, Agilent publication, [5994-7113EN](#)
4. Kubota, T., Routine Analysis of Soils using ICP-MS and Discrete Sampling, Agilent publication, [5994-2933EN](#)
5. Agilent IntelliQuant for ICP-MS, Agilent publication, [5994-2796EN](#)

Elenco delle parti di consumo

Tipo di prodotto	Codice Agilent	Descrizione
Loop di campionamento per ADS 2 /AVS MS	5005-0425	1,50 mL, d.i. 1,00 mm, 1/conf.
Kit di flaconi	5005-0435	Kit di flaconi da 6 L per diluente/ carrier, include un contenitore da 6 L, tappo StaySafe GL45, raccordi e valvola di sfianto
	5005-0436	Kit di flaconi in PFA da 2 L per diluente per ICP-MS, include flacone in PFA da 2 L, tappo StaySafe GL45, raccordi e valvola di sfianto
	5005-0437	Kit di contenitori di scarico, include un contenitore di scarico da 10 L, tappo StaySafe S60, raccordi e filtro per vapore acido
Kit di tubi per AVS MS	G8411-68202	Kit preconfigurato per AVS MS
Kit di tubi per ADS 2	5005-0106	Kit di tubi per ADS 2, configurazione valvola C, 2/conf.
	5005-0107	Kit di tubi per ADS 2, valvola C – pompa per AVS MS, 1/conf.
	5005-0182	Kit di tubi per ADS 2, valvola C – valvola per AVS MS, 1/conf.
	5005-0102	Kit di tubi per ADS 2, configurazione valvola B, 4/conf.
	5005-0103	Kit di tubi per ADS 2, valvola A – valvola C, 1/conf.
	5005-0105	Kit di tubi per ADS 2, carrier/ diluente, 2/conf.
	G8457-68004	Kit di tubi per ADS 2, valvola A – valvola per AVS MS, 1/conf.

www.agilent.com/chem/7850icp-ms

DE92698454

Le informazioni fornite sono soggette a modifica senza preavviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2024
Pubblicato negli Stati Uniti, il 2 aprile 2024
5994-7232ITE