

Analisi intelligente delle acque di scarico con il sistema ICP-MS Agilent con autodiluitore integrato

Maggiore produttività delle analisi ambientali di routine grazie al sistema ICP-MS Agilent 7900 con il sistema di diluizione avanzata



Autori

Aimei Zou, Michiko Yamanaka
Agilent Technologies, Inc.

Introduzione

La spettrometria di massa al plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) è una tecnica versatile di analisi multi-elemento ampiamente utilizzata in vari settori grazie alla sua elevata sensibilità e selettività. Molti laboratori di analisi ambientale, alimentare, farmaceutica e dei materiali che utilizzano metodi ad alta produttività hanno beneficiato della robustezza, dell'affidabilità e delle elevate prestazioni degli strumenti ICP-MS di Agilent. Poiché i laboratori cercano di ridurre ulteriormente le inefficienze nei loro flussi di lavoro e di diminuire il carico sul personale, si sta assistendo ora a uno spostamento verso l'automazione delle attività manuali per migliorare la produttività complessiva.

A causa dell'elevata sensibilità, le concentrazioni di elementi nelle soluzioni standard per ICP-MS sono normalmente basse, quindi molti laboratori preparano standard nuovi ogni giorno. La preparazione di standard a bassa concentrazione è molto laboriosa, poiché è necessario prestare attenzione per evitare errori umani o la contaminazione degli standard. Inoltre, quando si analizzano campioni ambientali quali acque di scarico, terreni e sedimenti, la concentrazione degli elementi target a volte supera inaspettatamente l'intervallo di calibrazione. In queste situazioni, l'operatore deve diluire manualmente il campione per farlo rientrare nell'intervallo, aumentando il carico di lavoro.

Per aiutare i laboratori a ridurre il tempo di risposta dei campioni e il costo per analisi, Agilent ha sviluppato il sistema di diluizione avanzata ADS 2, specifico per gli strumenti ICP-MS (e ICP-OES) di Agilent.¹ I laboratori possono utilizzare il sistema di auto-diluizione ADS 2 per le seguenti importanti attività:

- Preparazione automatica di una calibrazione multi-punto da singoli standard stock. L'automazione della preparazione degli standard di calibrazione elimina il noioso lavoro manuale, diminuisce la potenziale introduzione di errori umani e riduce al minimo il rischio di contaminazione derivante dalle operazioni manuali.
- Diluizione automatica dei campioni con un fattore noto (prescritto), eliminando la necessità di una diluizione manuale.
- Esecuzione automatica di una diluizione reattiva intelligente per analiti target quando i risultati non rientrano nell'intervallo di calibrazione, persino durante le operazioni notturne senza operatore, con conseguente aumento della produttività.

Queste funzioni riducono il carico di lavoro dell'operatore, garantendo al contempo che il metodo di auto-diluizione ICP-MS raggiunga una buona accuratezza e precisione per la misurazione quantitativa degli elementi target in un campione. Il sistema ADS 2 è particolarmente utile per i laboratori che eseguono analisi di routine su un gran numero di campioni diversi, in cui le concentrazioni degli analiti possono variare significativamente.

Gli strumenti ICP-MS Agilent rappresentano il punto di riferimento per le prestazioni delle analisi di routine dei campioni ambientali, grazie alla tolleranza alle matrici pesanti e all'avanzata tecnologia delle celle di collisione/reazione (CRC). La tecnologia CRC del sistema di collisione e reazione ottapolare di quarta generazione (ORS⁴) rimuove le interferenze poliatomiche che possono influenzare molti degli elementi in tracce regolamentati, come Cr, As, Se e Cd, nei campioni ambientali. Il sistema ORS⁴ offre condizioni operative ottimizzate per la modalità di collisione a elio (He), che consente la rimozione di molte interferenze tramite la discriminazione dell'energia cinetica (KED), denominata He-KED.

In questo studio sono stati selezionati campioni di acque di scarico come tipo di campione rappresentativo comunemente analizzato dai laboratori di analisi ambientali di routine. Il sistema ICP-MS Agilent 7900 con ADS 2 è stato utilizzato per determinare 31 elementi nelle acque di scarico.

Condizioni sperimentali

Campioni e standard

Per verificare l'accuratezza del metodo sono stati utilizzati due materiali di riferimento certificati (CRM) per le acque di scarico, compresi ERM CA713 (IRMM, Belgio) e CWW-TM-C (High Purity Standards, USA). È stato inoltre effettuato un test di recupero dell'arricchimento di matrice su campioni reali di acque di scarico. I campioni di acque di scarico sono stati forniti da un'agenzia governativa locale. Non è stato necessario alcun pretrattamento per i campioni di acque di scarico prima dell'analisi, a parte la filtrazione per rimuovere eventuali sostanze solide non disciolte.

Gli standard multi-elemento e singolo elemento Agilent sono stati utilizzati per preparare una soluzione stock mista per l'auto-calibrazione con il sistema ADS 2. La concentrazione di ciascun elemento nella soluzione stock mista è riportata nella Tabella 1.

Tabella 1. Standard Agilent, codici e concentrazione di analita nella soluzione stock mista.

Elemento	Standard	Concentrazione nella soluzione stock mista (ppm)
Na, Mg, K, Ca, Fe	Standard multi-elemento (codice: 5183-4688)	20
Be, Al, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Ag, Cd, Sb, Ba, Tl, Pb, Th, U	Standard multi-elemento (codice: 5183-4688)	0,2
B	codice: 5190-8254	0,2
Sr	codice: 5190-8581	0,2
Ti	codice: 5190-8545	0,2
Sn	codice: 5190-8543	0,2
Te	codice: 5190-8533	0,2
Hg	codice: 5190-8575	0,01

È stata usata una miscela di standard interni Agilent (ISTD) (codice: 5183-4681) contenente 10 ppm di ciascuno degli elementi ⁶Li, Sc, Ge, Y, In, Tb e Bi. Una soluzione di lavoro da 100 ppb è stata preparata mediante diluizione manuale a 100x e aggiunta in linea al sistema ICP-MS 7900 tramite il sistema avanzato a valvola integrato per ICP-MS (AVS MS)* e la pompa peristaltica. Una diluizione di circa 15x della soluzione di lavoro di ISTD è stata ottenuta utilizzando tubi narrow-bore che contribuiscono a ridurre al minimo la diluizione del campione.

Per la preparazione della soluzione stock mista, del diluente, del carrier e dell'ISTD stock è stata utilizzata una soluzione al 2% di HNO₃ (v/v) con di HCl allo 0,5% (v/v). HCl è stato aggiunto per garantire la stabilità di Ag, Sb, Sn, Te e Hg in soluzione. HNO₃ al 3% con HCl allo 0,5% è stato utilizzato come soluzione di risciacquo per lavare a fondo il sistema tra l'analisi delle diverse soluzioni.

I 31 elementi elencati nella Tabella 1 sono stati auto-calibrati dal sistema ADS 2 dallo standard stock, utilizzando fattori di diluizione pari a 200x, 100x, 40x, 20x, 10x, 4x e 2x.

Strumentazione

Tutte le analisi sono state eseguite con un sistema ICP-MS 7900 dotato del sistema di introduzione del campione standard costituito da un nebulizzatore concentrico in vetro, da una camera di nebulizzazione in quarzo e da una torcia (diametro dell'iniettore pari a 2,5 mm). Lo strumento era dotato di un cono di campionamento in rame placcato in nickel e di un cono per skimmer in nichel. La Figura 1 mostra la strumentazione utilizzata in questo studio.

Selezionando le condizioni di plasma General Purpose (Usi generali) nel software Agilent ICP-MS MassHunter, sono stati impostati automaticamente i parametri su sfondo grigio riportati nella Tabella 2. Anche le tensioni delle lenti ioniche sono state ottimizzate automaticamente per massimizzare la sensibilità. Le condizioni operative del sistema ICP-MS 7900 e i parametri di introduzione del campione del sistema ADS 2 sono riportati rispettivamente nelle tabelle 2 e 3.



Figura 1. Sistema ICP-MS Agilent 7900 con valvola di commutazione di AVS MS integrata, collegato al sistema Agilent ADS 2 e all'autocampionatore Agilent SPS 4.

Tabella 2. Condizioni operative del sistema ICP-MS Agilent 7900.

Parametro	Senza gas	He
Modalità del plasma	Usi generali	
Potenza RF (W)	1550	
Profondità di campionamento (mm)	10	
Flusso del gas del nebulizzatore (L/min)	1,20	
Calibrazione lente	Calibrazione automatica	
Flusso del gas della cella (L/min)	0	5
Discriminazione dell'energia (V)	5	

Tabella 3. Parametri di introduzione del campione del sistema Agilent ADS 2.

	Tempo (s)	Velocità della pompa di prelievo del sistema AVS MS (%)	Posizione ago autocampionatore	Posizione valvola
Carico del campione	20	25	Campione	Carico
Stabilizzazione	10	5	Porta di lavaggio	Iniezione
Lavaggio della sonda	15	5	Porta di lavaggio	Iniezione
Lavaggio della sonda 1	5	35	Porta di lavaggio	Iniezione
Lavaggio della sonda 2	20	0	Porta di lavaggio	Iniezione
Lavaggio 3	1	0	Posizione iniziale	Iniezione
Lavaggio sonda del loop opzionale	10	50	Porta di lavaggio	Carico
Lavaggio del loop opzionale	1	5	Porta di lavaggio	Iniezione

Il sistema ICP-MS 7900 con ADS 2 offre vantaggi preziosi per i laboratori di routine, tra cui:

- Preparazione automatica di calibrazioni multilivello da standard stock singoli o molteplici con un fattore di diluizione fino a 400x. La preparazione e l'analisi degli standard di calibrazione possono essere completate automaticamente in 20 minuti, migliorando l'efficienza del laboratorio.
- Auto-diluizione reattiva intelligente dei campioni se gli analiti target vengono misurati a concentrazioni superiori all'intervallo di calibrazione. Il campione diluito viene aggiunto automaticamente all'elenco dei campioni in tempo reale e i dati di analisi in linea del campione diluito vengono generati di conseguenza.
- Auto-diluizione reattiva basata sui risultati di campioni con analiti che necessitano di fattori di diluizione differenti a causa di matrici che contengono elementi a varie concentrazioni.

Risultati e discussione

Preparazione automatica degli standard di calibrazione con ADS 2

Le prestazioni di calibrazione del sistema di auto-diluizione ADS 2 sono state valutate in termini di linearità, accuratezza e limiti di rivelabilità dello strumento (IDL). Nella Figura 2 sono mostrate le curve di calibrazione rappresentative create automaticamente dal sistema ICP-MS 7900 con ADS 2. Le curve coprono elementi con una massa da bassa a elevata, Be, As, Cd e Pb. Per tutti gli analiti è stata ottenuta un'eccellente linearità lungo l'intervallo di calibrazione, come mostrato dai coefficienti di calibrazione $R \geq 0,9995$.

L'accuratezza di diluizione raggiunta dal sistema ADS 2 è stata valutata dividendo la concentrazione calcolata degli standard, preparati utilizzando fattori di diluizione da 2 a 200 per tutti gli analiti, per la concentrazione prevista. L'accuratezza di diluizione di ciascun livello di calibrazione era compresa tra il 90 e il 110%, il che dimostra l'elevata accuratezza del sistema ADS 2 nella preparazione automatica degli standard di calibrazione.

Gli IDL sono stati calcolati dal software ICP-MS MassHunter sulla base di tre misurazioni replicate per ogni standard. Sono stati ottenuti IDL bassi per tutti gli analiti in tutto l'intervallo di massa, ad esempio 0,001 ppb per ^{52}Cr e ^{75}As , 0,0003 ppb per ^{111}Cd e 0,0009 ppb per ^{202}Hg . Gli IDL a bassa concentrazione mostrano l'elevata precisione dell'erogazione del campione da parte del sistema ADS 2 accoppiato all'autocampionatore SPS 4. Gli IDL confermano inoltre che la sensibilità del sistema ICP-MS 7900 non viene compromessa dal sistema di auto-diluizione ADS 2.

L'efficienza del sistema ADS 2 è stata valutata sulla base del tempo necessario per l'auto-calibrazione, con un tempo totale di preparazione e analisi di otto livelli di calibrazione inferiore a 20 minuti. È importante notare che la calibrazione era completamente automatizzata e non ha richiesto alcun intervento dell'operatore a parte la preparazione della soluzione stock iniziale.

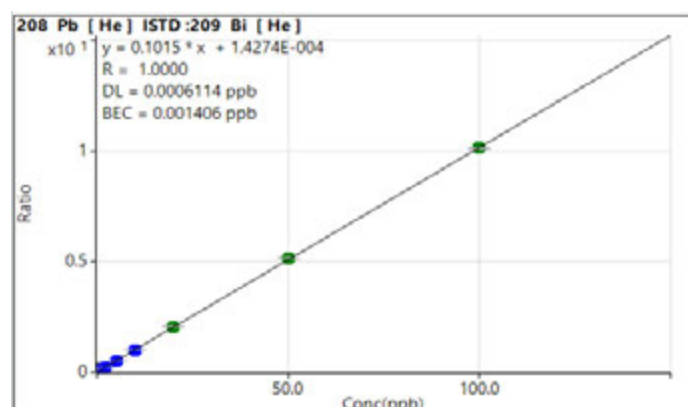
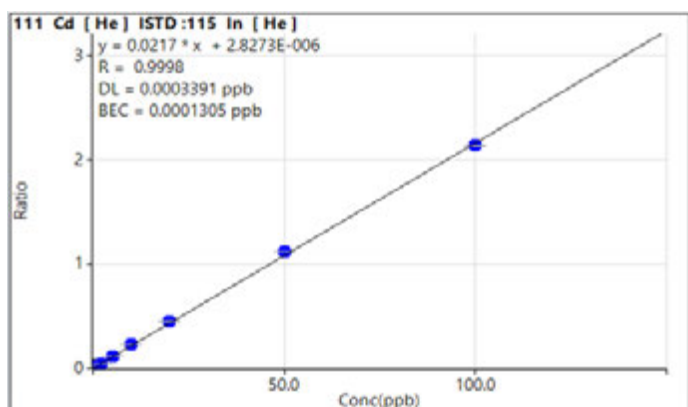
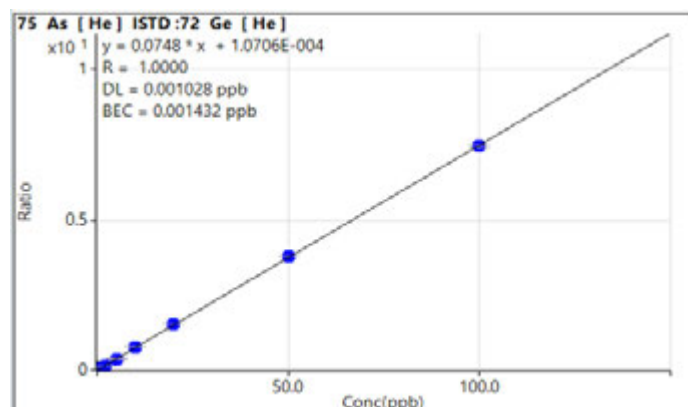
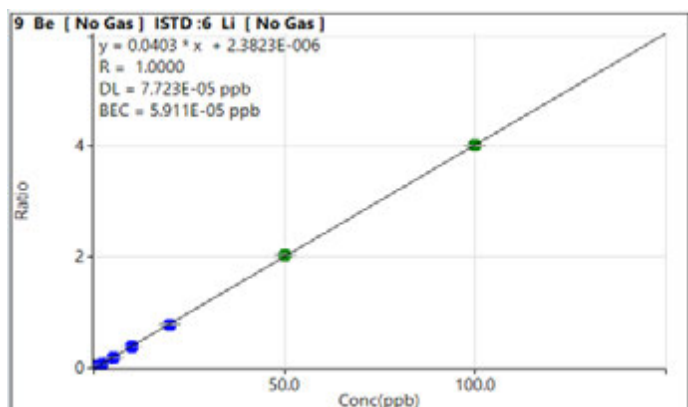


Figura 2. Curve di calibrazione di ICP-MS rappresentative per Be, As, Cd e Pb create automaticamente da un'unica soluzione stock con il sistema Agilent ADS 2 montato sul sistema ICP-MS Agilent 7900.

Limiti di rivelabilità del metodo (MDL)

Gli MDL per tutti i 31 elementi sono stati determinati secondo le indicazioni fornite nel metodo EPA 200.8.² Gli MDL tre sigma sono stati calcolati dall'analisi di sette aliquote replicate di un bianco di preparazione (HNO₃ al 2% con HCl allo 0,5%) che era stato arricchito a concentrazioni da 2 a 5 volte l'MDL stimato. Il berillio e il boro sono stati acquisiti in modalità senza gas, mentre gli altri elementi sono stati acquisiti in modalità elio. Nella Tabella 4 è riportato un riepilogo degli MDL per tutti gli analiti. Per tutti gli elementi in tracce sono stati raggiunti bassi livelli MDL, a dimostrazione dell'eccellente sensibilità del sistema ICP-MS 7900 con ADS 2 e autocampionatore SPS 4.

Tabella 4. Limiti di rivelabilità del metodo tre sigma raggiunti dal sistema ICP-MS Agilent 7900 dotato di sistema di auto-diluizione ADS 2.

Analita	Massa	Modalità con cella	MDL (ppb)
Be	9	Senza gas	0,0006
B	11	Senza gas	0,014
Na	23	He	0,30
Mg	24	He	0,25
Al	27	He	0,095
K	39	He	0,82
Ca	44	He	1,4
Ti	47	He	0,032
V	51	He	0,004
Cr	52	He	0,004
Mn	55	He	0,003
Fe	56	He	0,063
Co	59	He	0,001
Ni	60	He	0,018
Cu	63	He	0,006
Zn	66	He	0,022
As	75	He	0,007
Se	78	He	0,11
Sr	88	He	0,005
Mo	95	He	0,002
Ag	107	He	0,002
Cd	111	He	0,002
Sn	118	He	0,006
Sb	121	He	0,003
Te	125	He	0,056
Ba	137	He	0,006
Hg	202	He	0,005
Tl	205	He	0,0006
Pb*	*	He	0,0004
Th	232	He	0,001
U	238	He	0,0003

*Pb è stato misurato come la somma dei tre isotopi più abbondanti: 206, 207 e 208.

Valutazione delle prestazioni di diluizione con CRM

In questo studio sono stati utilizzati due CRM per acque di scarico (ERM CA713 e CWW-TM-C) per valutare le prestazioni di diluizione del sistema ADS 2 in termini di accuratezza e recupero. Durante la sequenza sono state analizzate aliquote doppie di ciascun CRM e sono stati calcolati la concentrazione media e i recuperi per gli analiti, come riassunto nella Tabella 5.

Inizialmente, la concentrazione misurata di Cu nel CRM non diluito di acque di scarico ERM CA713 era superiore all'intervallo di calibrazione, pertanto il sistema ADS 2 ha eseguito automaticamente una diluizione reattiva a 10x del campione. Le concentrazioni misurate della maggior parte degli analiti certificati nel CRM di acque di scarico CA713 erano eccellenti, con recuperi degli elementi certificati compresi tra il 97 e il 103% e all'interno dell'intervallo (di incertezza) accettabile. Solo il risultato misurato per Hg è risultato leggermente al di fuori dell'intervallo di concentrazione accettabile, ma comunque entro $\pm 10\%$, il che è considerato accettabile per un metodo di calibrazione esterna.³

Per il CRM di acque di scarico CWW-TM-C è stata attivata un'auto-diluizione reattiva a 10x da parte del sistema ADS 2 per tutti gli analiti target, poiché le concentrazioni iniziali misurate erano fuori dall'intervallo di calibrazione. Come mostrato nella Tabella 5, sono stati raggiunti recuperi compresi tra il 100 e il 106% per tutti gli analiti target, il che ha confermato l'accuratezza del sistema ICP-MS 7900 con il metodo di auto-diluizione del sistema ADS 2.

Tabella 5. Risultati quantitativi per due CRM di acque di scarico con il sistema ICP-MS Agilent 7900 con ADS 2.

Analita	ERM-CA713				CWW-TM-C		
	Valore Certificato (ppb)	Incertezza (ppb)	Conc. misurata (ppb)	Recupero (%)	Valore Certificato (ppb)	Conc. misurata (ppb) [#]	Recupero (%)
9 Be	NA				150	151	101
11 B	NA				500	504	101
27 Al	NA				500	518	104
51 V	NA				500	501	100
52 Cr	20,9	1,3	21,0	100	500	531	106
55 Mn	95	4	93	98	500	527	105
56 Fe	445	27	433	97	500	507	101
59 Co	NA				500	507	101
60 Ni	50,3	1,4	51,6	103	500	512	102
63 Cu	101	7	101 [#]	100	500	526	105
66 Zn	78	NA	77	99	500	529	106
75 As	10,8	0,3	10,5	97	150	158	105
78 Se	4,9	1,1	4,8	98	150	155	103
88 Sr	NA				500	502	100
95 Mo	NA				500	523	105
107 Ag	NA				150	153	102
111 Cd	5,09	0,2	5,24	103	150	152	101
121 Sb	NA				150	153	102
137 Ba	NA				500	512	102
202 Hg	1,84	0,11	1,99	108	10	9,98	100
205 Tl	NA				150	152	102
Pb [*]	49,7	1,7	51,2	103	500	519	104

NA = non applicabile. ^{*}Pb è stato misurato come la somma dei tre isotopi più abbondanti: 206, 207 e 208. [#]Concentrazioni misurate dopo auto-diluzione reattiva a 10x con il sistema ADS 2.

Valutazione delle prestazioni di diluizione con acque di scarico arricchite

Per la valutazione delle prestazioni del sistema ADS 2 è stato utilizzato anche un campione di acqua di scarico reale. In base alle linee guida definite nel Metodo EPA 6020B,³ è stato eseguito un test di recupero dell'arricchimento di matrice effettuando tre letture in duplicato di tre preparazioni tecniche dell'acqua di scarico arricchita. Le concentrazioni di arricchimento di ciascun analita nel campione di acqua di scarico sono riportate nella Tabella 6.

Poiché la concentrazione misurata di Na, K e Ca nell'acqua di scarico originale era relativamente alta, è stato utilizzato un arricchimento ad alta concentrazione. Per gli elementi misurati al di sopra dell'intervallo di calibrazione, il sistema ADS 2 ha effettuato automaticamente una diluizione reattiva a 10x. I risultati quantitativi sono riassunti nella Tabella 6.

L'accuratezza della fase di diluizione reattiva è stata calcolata dividendo la concentrazione misurata dopo la diluizione reattiva a 10x dell'acqua di scarico per la concentrazione misurata nell'acqua di scarico non diluita.

Come mostrato nella Tabella 6, sono stati raggiunti recuperi compresi tra il 97 e il 110% per gli analiti con concentrazioni relativamente elevate nel campione di acqua di scarico, tra cui B, Na, Mg, Al, K, Ca, Mn, Fe, Zn, Sr e Ba. Inoltre, tra i campioni di acqua di scarico è stato analizzato un bianco di preparazione e non è stato rilevato alcun effetto memoria. Questa osservazione indica che il post-lavaggio (risciacquo) del sistema ADS 2 ha pulito efficacemente il sistema.

Per il test di recupero dell'arricchimento di matrice, la maggior parte degli elementi è stata recuperata entro il 100 ± 10%, mentre i recuperi per gli elementi a maggiore concentrazione, ossia Na, Mg, Ca, Mn e Zn, variavano dall'85 all'88%. I recuperi dell'arricchimento per tutti gli analiti hanno soddisfatto i requisiti EPA 6020B di 100 ± 25%, confermando l'idoneità del metodo di auto-diluizione. La precisione (%RSD) dei recuperi era ≤4%, il che dimostra l'eccellente riproducibilità, stabilità e affidabilità del sistema ICP-MS 7900 con ADS 2.

Tabella 6. Risultati quantitativi per un campione di acqua di scarico reale analizzato con il sistema ICP-MS Agilent 7900 con ADS 2.

Analita	Campione di acqua di scarico reale					
	Conc. misurata senza diluizione (ppb)	Conc. misurata con diluizione reattiva a 10x (ppb)	Accuratezza diluizione reattiva (%)	Concentrazione arricchimento (ppb)	Recupero dell'arricchimento (%)	%RSD (n=3)
9 Be	< MDL	NA		10	109	2,4
11 B	55,4	56,7	102	40	108	3,8
23 Na	42900	47000	109	50000	86	1,3
24 Mg	1360	1490	110	1000	87	1,3
27 Al	12,6	13,1	104	10	92	1,4
39 K	14200	15300	108	25000	93	1,0
44 Ca	14600	15200	104	25000	85	0,4
47 Ti	0,37	NA		10	96	1,0
51 V	0,28	NA		10	93	1,0
52 Cr	0,23	NA		10	92	1,0
55 Mn	19,7	21,5	109	10	85	2,0
56 Fe	60,1	58,2	97	1000	93	0,5
59 Co	0,07	NA		10	98	0,3
60 Ni	1,21	NA		10	93	0,3
63 Cu	5,57	NA		10	94	1,0
66 Zn	23,1	22,6	98	10	88	1,5
75 As	2,27	NA		10	104	0,2
78 Se	0,31	NA		10	109	1,7
88 Sr	32,7	34,3	105	20	100	1,5
95 Mo	0,38	NA		10	98	0,4
107 Ag	0,03	NA		10	106	2,3
111 Cd	0,01	NA		10	104	0,5
118 Sn	0,26	NA		10	96	0,5
121 Sb	0,40	NA		10	103	0,3
125 Te	< MDL	NA		10	112	1,7
137 Ba	15,2	15,41	102	10	95	2,5
202 Hg	0,03	NA		0,5	97	0,6
205 Tl	0,01	NA		10	100	0,1
Pb*	0,02	NA		10	100	0,1
232 Th	0,01	NA		10	96	0,7
238 U	0,001	NA		10	98	0,5

*Pb è stato misurato come la somma dei tre isotopi più abbondanti: 206, 207 e 208.

Stabilità a lungo termine

La stabilità a lungo termine del sistema ICP-MS 7900 con sistema di auto-diluzione ADS 2 è stata esaminata sulla base dei recuperi della verifica di calibrazione continua (CCV) e degli ISTD. Lo standard per CCV è stato preparato dal sistema ADS 2, che ha diluito una soluzione stock mista a un fattore pari a 20. La soluzione stock mista era la stessa utilizzata per preparare gli standard di calibrazione. Lo standard per CCV comprendeva 1 ppm di Ca, Na, Mg, K e Fe, 0,5 ppb di Hg e 10 ppb per tutti gli altri elementi, il che era equivalente allo standard di calibrazione di livello 5. Lo standard per CCV è stato misurato dopo ogni 10 campioni di acque di scarico in un periodo di tempo superiore a otto ore. I recuperi di tutti gli analiti per tutte le 14 misurazioni della CCV sono stati calcolati e presentati come diagramma di stabilità, come mostrato nella Figura 3. Tutti i recuperi erano entro il $100 \pm 10\%$, soddisfacendo i criteri EPA 6020 e dimostrando la stabilità del sistema ICP-MS 7900 con ADS 2 in un'analisi continua di oltre otto ore.

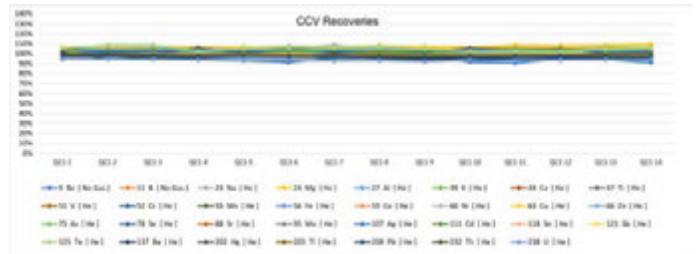


Figura 3. Recuperi della CCV in più di otto ore di misurazione continua di campioni di acque di scarico.

Anche la stabilità degli ISTD è stata monitorata sullo stesso lotto di campioni per più di otto ore. Come mostrato nella Figura 4, i recuperi degli ISTD erano entro il $100 \pm 20\%$, il che dimostra l'eccellente robustezza e tolleranza alla matrice del sistema ICP-MS 7900. I test di stabilità confermano che il metodo di auto-diluzione ICP-MS può eseguire lunghi cicli analitici, tipici dei laboratori di routine.

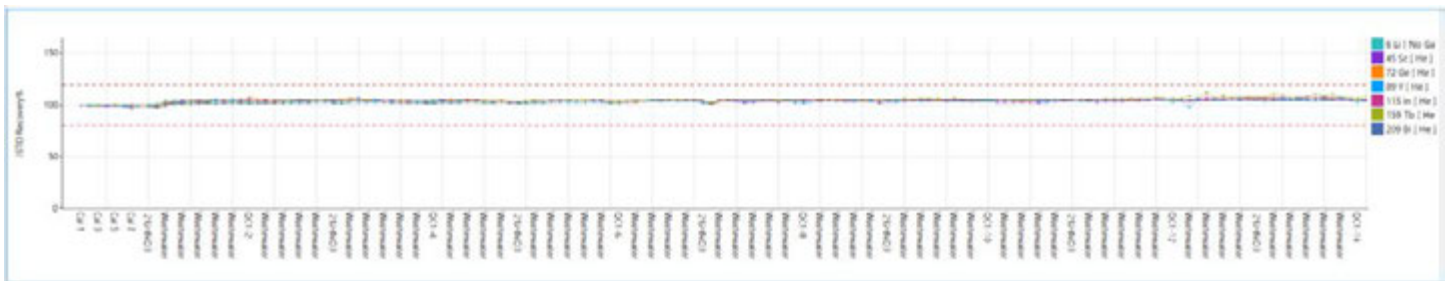


Figura 4. Stabilità degli ISTD in più di otto ore di misurazione di campioni di acque di scarico. Le linee rosse tratteggiate mostrano i limiti di controllo del $\pm 20\%$.

Conclusioni

Le prestazioni analitiche del sistema ICP-MS Agilent 7900 dotato di autodiluitore Agilent ADS 2 sono state valutate per quanto riguarda l'accuratezza della calibrazione, il recupero di elementi certificati in due CRM di acque di scarico e un test di arricchimento della matrice di acqua di scarico reale.

L'auto-calibrazione del sistema ADS 2 ha dimostrato un'eccellente linearità per l'intera gamma di elementi. I risultati quantitativi per i due CRM di acque di scarico e per il campione di acqua di scarico arricchito hanno soddisfatto i criteri di accettabilità del metodo EPA per i recuperi, dopo la diluizione reattiva eseguita dal sistema ADS 2. I test di recupero hanno confermato l'accuratezza del metodo con il sistema ICP-MS 7900 e le capacità di diluizione intelligente del sistema ADS 2.

La robustezza e la riproducibilità del metodo di auto-diluzione per oltre otto ore di misurazioni continue sono state dimostrate dai recuperi delle CCV e degli ISTD entro i limiti specificati nel metodo EPA 6020.

Il sistema di auto-diluzione ICP-MS Agilent completamente integrato offre ai laboratori un protocollo automatizzato veloce, intelligente e durevole per l'analisi quotidiana di un'ampia varietà di tipi di campioni. Grazie all'automazione di alcune attività altamente laboriose, quali la preparazione degli standard di calibrazione, la diluizione dei campioni e la diluizione dei campioni fuori scala, i laboratori possono ridurre il tempo di risposta dei campioni, con conseguente aumento della produttività a lungo termine.

Bibliografia

1. Agilent Advanced Dilution System (ADS 2) – Technical overview, pubblicazione Agilent, [5994-7211EN](#)
2. EPA Method 200.8 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, revisione 5.4, versione EMMC, ultimo accesso gennaio 2024, [EPA Method 200.8: Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry | US EPA](#)
3. EPA Method 6020B Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS), revisione 2, luglio 2014, ultimo accesso gennaio 2024, [EPA Method 6020B \(SW-846\): Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry | US EPA](#)

Informazioni correlate

Yamashita, R., Automated Analysis of Low-to-High Matrix Environmental Samples Using a Single ICP-MS Method, pubblicazione Agilent, [5994-7114EN](#)

Riles, P., Productive Analysis of High Matrix Samples using ICP-MS with Advanced Dilution System, pubblicazione Agilent, [5994-7232EN](#)

Elenco delle parti di consumo

Tipo di prodotto	Codice Agilent	Descrizione
Loop di campionamento per AVS MS/ADS 2	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 sfiato
	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 sfiato
	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 con 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 con 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/7900icpms

DE26776971

Le informazioni fornite sono soggette a modifica senza preavviso.