

Capacità e funzionamento dell'Advanced Dilution System 2

Calibrazione e diluizione del campione automatizzate per gli strumenti ICP-OES e ICP-MS Agilent



Migliora l'efficienza del flusso di lavoro

Ora più che mai i laboratori di tutto il mondo devono far fronte alla crescente complessità dello svolgere sempre più analisi con meno risorse, cosa che suggerisce la necessità di riesaminare molte prassi analitiche. L'automazione di determinate attività può aiutare i responsabili di laboratorio a snellire i flussi di lavoro e ottimizzare l'utilizzo delle risorse. Per incrementare l'efficienza dei laboratori dotati di strumentazione ICP-OES o ICP-MS Agilent, l'azienda ha sviluppato l'Advanced Dilution System 2 (ADS 2), un sistema di diluizione automatica in linea completamente integrato progettato per applicazioni di routine a elevata produttività. L'ADS 2 consente di diluire automaticamente fino a 400 volte standard stock e campioni, caratteristica che lo rende ideale per la preparazione automatica di campioni e standard di calibrazione o per la diluizione di campioni fuori scala. L'ADS 2 riduce efficacemente il numero di attività manuali che gli operatori devono svolgere durante la preparazione di un metodo quantitativo per ICP-OES o ICP-MS, liberando tempo da dedicare ad altre mansioni.

L'ADS 2 a due siringhe è disponibile per i sistemi ICP-OES Agilent 5800 e 5900, oltre che per i sistemi ICP-MS Agilent 7850, 7900 e 8900*. L'ADS 2 e l'AVS (sistema avanzato a valvola)** funzionano perfettamente in abbinamento sotto controllo software per massimizzare la produttività per l'analisi dei campioni, ridurre i tempi di risoluzione dei campioni e ridurre il costo per campione. Il design integrato dei sistemi ADS 2 e AVS evita il tempo extra in eccesso quando non si esegue una diluizione, risolvendo un inconveniente comune ad altri sistemi di diluizione. Il design assicura inoltre che il sistema resti prontamente disponibile per la diluizione in linea del campione in caso di necessità. Se è richiesta la diluizione reattiva di un campione, il software intelligente presenta in modo pratico i risultati per il campione diluito al termine di ogni corsa di lavoro, preservando al tempo stesso l'accesso completo ai dati.

Caratteristiche del diluatore automatico ADS 2

L'ADS 2 è completamente integrato e controllato tramite il software Agilent ICP Expert 7.7 e versioni successive per ICP-OES e il software Agilent ICP-MS MassHunter 5.3 e versioni successive per ICP-MS.

Il semplice sistema di diluizione automatica a due siringhe offre le seguenti possibilità:

Calibrazione automatica: l'ADS 2 è in grado di preparare automaticamente standard di calibrazione a partire da diluizioni accurate di uno standard stock. L'analista deve soltanto collocare lo standard stock nel rack dell'autocampionatore e impiegare l'assistente per la calibrazione automatica per definire l'intervallo di calibrazione. Le curve di calibrazione multipunto vengono quindi generate automaticamente. L'assistente per la calibrazione automatica supporta più standard stock e più intervalli di calibrazione per elemento. Rispetto alle procedure manuali, la calibrazione automatica è un metodo pratico ed efficiente che permette agli analisti di risparmiare tempo, limitare al minimo gli sprechi e ridurre il rischio di introdurre errori o contaminazione nell'analisi.

Diluizione prescrittiva: nel corso della configurazione del metodo l'operatore può impostare un fattore di diluizione definito (prescrittivo) per la preparazione automatica delle soluzioni di campione. Per esempio, se prima dell'analisi è necessario diluire 10 volte (ossia in rapporto 1 a 10) una serie di soluzioni di campione, l'analista non deve far altro che immettere il valore 10 come fattore di diluizione nell'elenco dei campioni. Il software quindi attiva automaticamente l'ADS 2 affinché prepari le soluzioni prima dell'analisi dei campioni.

Diluizione reattiva: se si è ottenuto un risultato inatteso, per esempio se il valore misurato per un campione è superiore all'intervallo di calibrazione o si è verificato un problema di recupero dello standard interno, l'ADS 2 può essere attivato in modo da

eseguire automaticamente una diluizione. Sulla base del risultato errato, il software utilizza un algoritmo per calcolare un fattore opportuno per la diluizione reattiva e attivare la ripetizione della misura del campione. Questo processo automatico elimina i tempi lunghi della ripetizione manuale delle analisi, garantendo la raccolta di un set di dati completo al termine di un'analisi. Per i campioni misurati a varie diluizioni viene redatto un riepilogo in base al risultato corretto che ricade nell'intervallo per ciascun elemento. Questo processo di revisione dei dati assistita da software accelera l'esportazione dei risultati, semplificando il lavoro dell'analista.

Tempi di risoluzione più rapidi: se non sta diluendo attivamente una soluzione, l'ADS 2 è ottimizzato in modo che il tempo extra aggiunto all'analisi sia pressoché nullo e, in genere, inferiore a due secondi. Il flusso di soluzione attraversa il percorso del flusso di diluizione dell'ADS 2 soltanto quando viene attivata una diluizione (in base alla definizione presente nell'elenco dei campioni o in maniera reattiva). L'ADS 2, pertanto, offre i vantaggi della diluizione automatica intelligente, preservando simultaneamente tempi di risoluzione dei campioni rapidi e analoghi a quelli di un sistema ICP dotato di valvola di commutazione AVS.

Riduzione del costo per analisi: grazie al semplice design a due siringhe e alla diluizione di campioni e soluzioni solo in caso di necessità, l'ADS 2 permette di risparmiare prodotti di consumo, per esempio siringhe di ricambio e parti delle valvole soggette a usura. Il consumo di materiali da laboratorio, inclusi guanti, vial per campioni e puntali per pipette, così come i costi di smaltimento dei rifiuti, si riduce in confronto alle diluizioni manuali. L'economicità di funzionamento del sistema ADS 2 è ulteriormente incrementata dalle funzionalità intelligenti a controllo software che riducono il tempo di analisi e i costi operativi della tecnica ICP (argon, consumo energetico e così via).

Facilità d'uso: nel software di controllo dello strumento Agilent ICP Expert e Agilent ICP-MS MassHunter sono disponibili vari strumenti che semplificano lo sviluppo di metodi, l'analisi dei dati, il reporting e la risoluzione dei problemi associati all'uso del sistema ADS 2. Entrambe le suite software presentano diagrammi interattivi del percorso del flusso che forniscono informazioni di sistema in tempo reale sull'ADS 2, mentre l'Help and Learning Center include informazioni dettagliate sull'uso e sulla semplicità di manutenzione del sistema. Caratteristiche quali l'avviso di manutenzione preventiva (EMF) intelligente, sensori e contatori che tracciano le prestazioni dello strumento, il registro di manutenzione e le guide in linea sono di ausilio al processo decisionale, garantendo quindi che la manutenzione preventiva sia effettuata al momento giusto.

La soluzione completa Agilent: l'ADS 2 è ottimizzato per i sistemi ICP Agilent e progettato per funzionare come un sistema integrato. Il metodo include tutte le impostazioni, cosicché è sufficiente imparare a usare un'unica applicazione software. La stretta integrazione tra il diluatore automatico e lo strumento rende possibili funzioni avanzate ottenibili solo quando software e hardware sono progettati come un tutt'uno. Acquisto e assistenza sono processi semplici in quanto coinvolgono un'unica azienda.

Modalità con diluizione

Come mostrato in Figura 2a, la sonda per autocampionatore si sposta per prelevare il campione (blu scuro), aspirato dalla pompa AVS per essere caricato nel loop di diluizione della valvola B dell'ADS 2. L'eventuale campione in eccesso viene bypassato attraverso la valvola C e inviato allo scarico dalla pompa AVS. Allo stesso tempo, il nebulizzatore, la camera di nebulizzazione e la torcia vengono esposti alle soluzioni di risciacquo (blu chiaro) e dello standard interno (viola) in preparazione dell'erogazione del campione da parte della pompa peristaltica. L'AVS si trova a questo punto nella posizione di "caricamento".

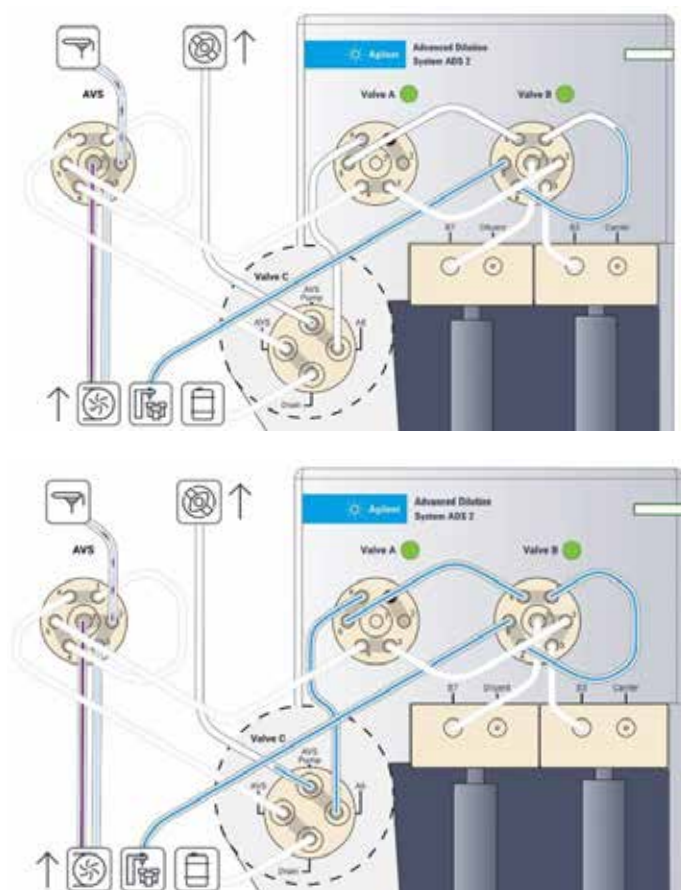


Figura 2a. Modalità con diluizione: il campione inizia a essere caricato nel loop di diluizione dell'ADS 2 (in alto); una volta riempito il loop, l'eventuale eccesso viene pompato nello scarico (in basso).

Come mostrato in Figura 2b, la valvola B commuta sulla posizione di iniezione e le siringhe delle soluzioni di diluente e trasporto iniziano a erogare le rispettive soluzioni nella valvola/nel loop. Il diluente (verde) entra nella valvola B dalla porta 7 e si miscela nella porta 2, mentre il campione pre-caricato (blu scuro) entra dal loop di diluizione in corrispondenza della porta 1.

La miscelazione tra campione e soluzione di trasporto viene evitata tramite l'iniezione di una piccola bolla d'aria. Questa separazione massimizza la soluzione disponibile per l'analisi senza l'uso di accessori supplementari. La siringa della soluzione di trasporto eroga tale soluzione (ancora in verde) per spingere il campione attraverso il loop di diluizione, senza che la soluzione di trasporto entri mai in contatto con quella del campione. Nel corso dell'intera procedura, il nebulizzatore, la camera di nebulizzazione e la torcia continuano a essere esposti alle soluzioni di risciacquo (blu chiaro) e dello standard interno (viola) da parte della pompa peristaltica in preparazione dell'erogazione del campione. A questo punto, l'AVS si trova ancora nella posizione di "caricamento".

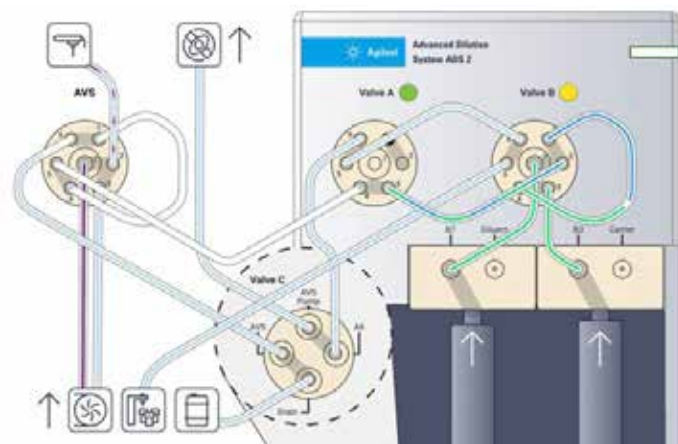


Figura 2b. Procedura di diluizione e caricamento del loop dell'AVS.

Come mostrato in Figura 2c, il campione diluito (miscela blu scuro/verde) viene trasferito direttamente dalla valvola B alla valvola A e caricato nel loop di campionamento dell'AVS. L'eventuale soluzione in eccesso esce dal loop di campionamento dell'AVS e va allo scarico. La valvola dell'AVS si trova nella posizione di "caricamento".

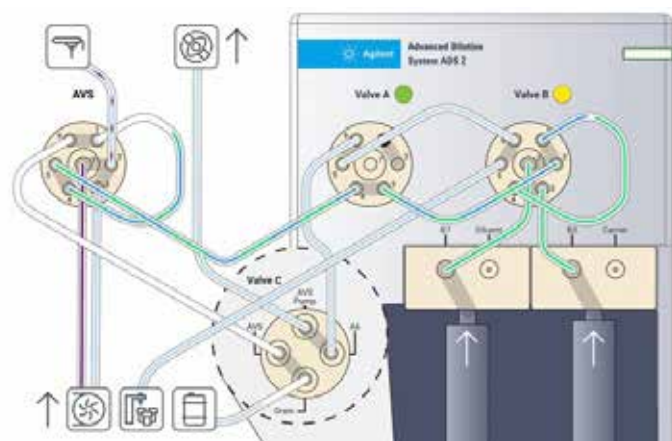


Figura 2c. Caricamento del loop dell'AVS con campione diluito.

Come mostrato in Figura 2d, la valvola dell'AVS commuta sulla posizione di "iniezione". Il campione diluito (miscela blu scuro e verde) viene miscelato con lo standard interno (se utilizzato) e quindi erogato al nebulizzatore tramite la pompa peristaltica. Contemporaneamente vengono risciacquati il loop di diluizione e tutti i tubi dell'autocampionatore, in preparazione per il campione successivo.

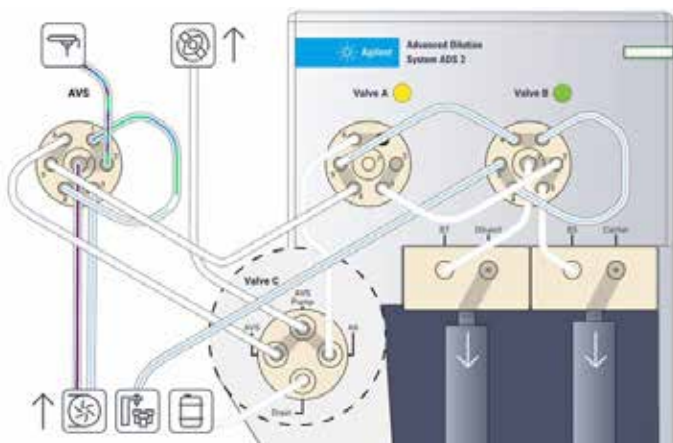


Figura 2d. Erogazione del campione diluito al sistema ICP-OES o ICP-MS Agilent.

Calibrazione automatica

La preparazione di standard di calibrazione è una fase cruciale nella raccolta di dati analitici di alta qualità tramite ICP-OES o ICP-MS. Per assicurare l'accuratezza dei dati, la calibrazione deve essere condotta con cura e attenzione. In un sondaggio risalente al 2023, la preparazione di standard di calibrazione è stata votata al secondo posto tra le attività manuali che occupano la maggior parte del tempo di un analista.

L'utilizzo del sistema ADS 2 per la preparazione automatica di standard di calibrazione da un singolo standard stock multi-elemento o da più standard accelera la procedura di calibrazione. La calibrazione automatica, inoltre, minimizza i rischi di errori e contaminazione associati ai metodi di preparazione manuale.

Entrambi i pacchetti software Agilent ICP Expert e Agilent ICP-MS MassHunter includono un "Autocalibration Assistant" (Assistente per la calibrazione automatica), mostrato nell'esempio di Figura 3. La "libreria di stock" del software include un elenco dei comuni standard stock di calibrazione. Alla libreria possono essere facilmente aggiunti standard personalizzati. È sufficiente selezionare uno standard stock dalla libreria e immettere un fattore di diluizione per calcolare automaticamente le concentrazioni di calibrazione e far sì che l'ADS 2 si occupi della calibrazione dell'ICP.

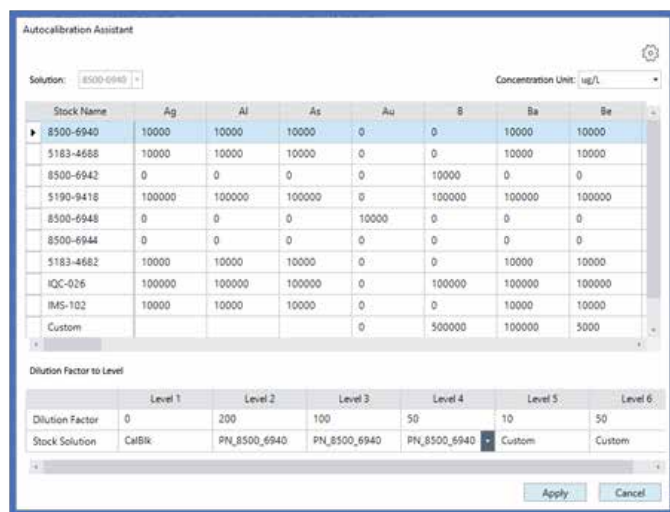


Figura 3. Libreria di standard stock (in alto) e calcolo automatico dei livelli di calibrazione a partire dal fattore di diluizione assegnato alla soluzione stock (in basso).

L'automazione della preparazione degli standard di calibrazione elimina anche la variabilità inter-operatore insita nelle procedure manuali, migliorando la qualità dei dati ICP del laboratorio. Gli standard di calibrazione preparati automaticamente producono curve di calibrazione lineari in un ampio intervallo analitico, con coefficienti di correlazione (R) in genere superiori a 0,9999 e un errore <5% su ciascun punto.

In Figura 4 è mostrata una curva di calibrazione ICP-MS rappresentativa per il tallio (^{205}Tl) nell'intervallo 0,25-100 $\mu\text{g/L}$. L'eccellente linearità degli standard di calibrazione ai livelli più bassi (scala ingrandita, a destra) dimostra che il sistema ADS 2 è in grado di diluire accuratamente gli standard fino a 400x.

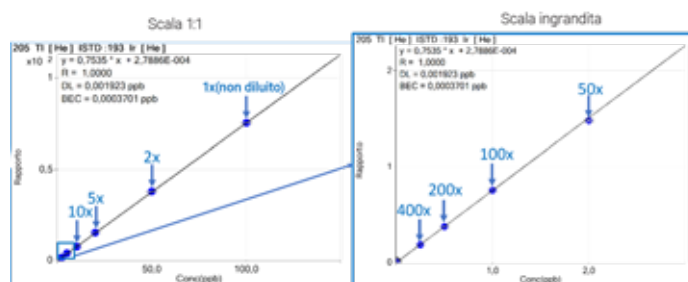


Figura 4. Sinistra: curva di calibrazione ICP-MS per il ^{205}Tl nell'intervallo 0,25-100 $\mu\text{g/L}$ con un eccellente coefficiente di correlazione $R = 1,0000$ generata nel software Agilent ICP-MS MassHunter. Destra: sezione ingrandita degli standard di calibrazione a concentrazione più bassa preparati con il sistema ADS 2 da 400x a 50x.

In Figura 5 è mostrata una curva di calibrazione ICP-OES rappresentativa per il Se a 196,026 nm nell'intervallo 0,0125-5 mg/L. I dati evidenziano un eccellente coefficiente di correlazione $R = 1,0000$, con un errore $<4\%$, a ulteriore dimostrazione delle capacità del sistema ADS 2 per la diluizione accurata di standard fino a 400x.

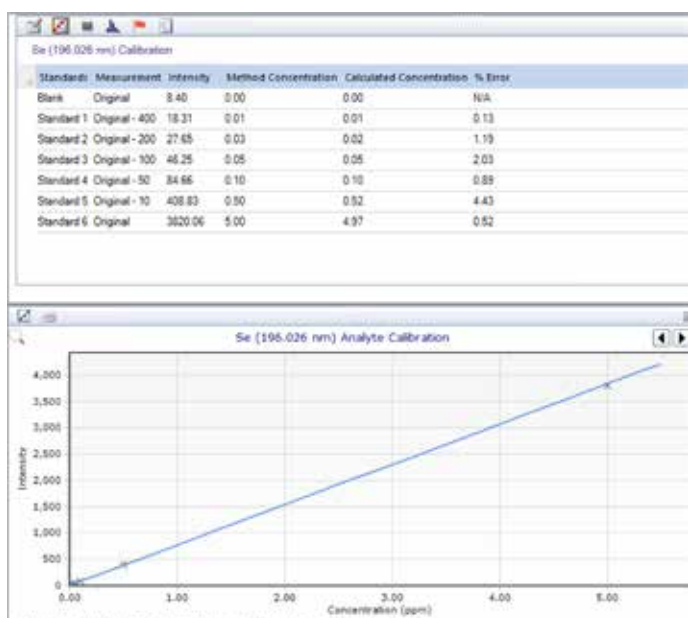


Figura 5. Curva di calibrazione ICP-OES per il Se a 196,026 nm nell'intervallo 0,0125-5 mg/L con un eccellente coefficiente di correlazione $R = 1,0000$ generata nel software Agilent ICP Expert.

La calibrazione automatica da parte del sistema ADS 2 assicura l'uso di standard freschi per ogni analisi, migliorando la qualità dei dati e riducendo al contempo gli sprechi derivanti dalla preparazione manuale degli standard.

Diluizione prescrittiva

L'ADS 2 permette agli analisti di risparmiare tempo grazie all'automazione delle laboriose e ripetitive attività manuali di diluizione dei campioni prima dell'analisi. Dopo aver selezionato nel software di controllo dello strumento i fattori di diluizione predefiniti da 2x a 400x, l'ADS 2 diluisce automaticamente i campioni. La diluizione prescrittiva elimina la necessità di diluire manualmente i campioni prima dell'analisi, permettendo agli analisti di dedicarsi ad attività a più alto valore. L'ADS 2 prepara i campioni con un'alta ripetibilità, eliminando il rischio di errore associato alle procedure di diluizione manuale.

La diluizione prescrittiva può riguardare anche le soluzioni QC, come i materiali di riferimento certificati (CRM). Per esempio, l'ADS 2 può applicare a un CRM lo stesso fattore di diluizione impiegato per un campione.

Diluizione reattiva

Secondo un sondaggio condotto nel 2023, la ripetizione delle misure sui campioni è una delle cinque principali attività di gestione che allunga il tempo di risposta del campione e aumenta il costo per analisi.

I pacchetti software di controllo dello strumento Agilent ICP Expert o Agilent ICP-MS MassHunter sono in grado di determinare automaticamente se il risultato di un campione non rientra nell'intervallo atteso. Tra i risultati inattesi vi possono essere quelli che non rientrano nell'intervallo di calibrazione o per i quali il rapporto dello standard interno è al di fuori dei limiti fissati dall'analista. In questi casi il software attiva l'ADS 2 affinché diluisca automaticamente il campione per la ripetizione della misura, senza che sia necessario l'intervento dell'utilizzatore. Questo approccio semplifica l'analisi, riduce il costo della diluizione manuale e della ripetizione della misura del campione e si traduce in tempi di risoluzione rapidi, il tutto preservando l'accuratezza dei risultati refertabili. La diluizione reattiva è disponibile anche se si riscontra un errore con una soluzione QC.

Gerarchia della diluizione reattiva

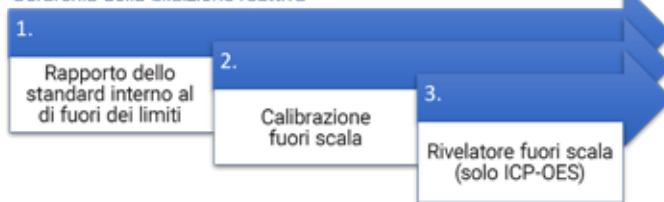


Figura 6. Processo decisionale della diluizione reattiva nei pacchetti software Agilent ICP Expert e Agilent ICP-MS MassHunter.

Semplicità e intelligenza

Nel quadro della funzionalità ADS 2, entrambe le suite software Agilent ICP Expert e Agilent ICP-MS MassHunter sono dotate di elenchi di diluizione intelligente. Gli elenchi di diluizione possono fornire regole operative in base a un risultato fuori scala per un campione, un controllo qualità non superato o qualora il rapporto di uno standard interno non rientri nei limiti desiderati per un insieme di analiti chiave.

Controllo dei fattori di attivazione della diluizione per tipi di campioni differenti

Come mostrato in Figura 7 e Figura 8, la funzione Dilution List (Elenco di diluizione) fornisce la flessibilità necessaria per diluire i campioni soltanto in base ai risultati fuori scala di specifici elementi chiave. L'elenco può quindi essere applicato a singoli campioni, evitando le misurazioni non necessarie. La funzione assicura tempi di risoluzione rapidi e riduce il costo per campione.

A titolo di esempio, alcuni laboratori sono interessati a misurare un lotto di diversi tipi di acqua con un unico metodo analitico: un analista potrebbe non voler refertare un risultato per il sodio (Na) nell'acqua marina ma vorrebbe invece includere il Na come analita nel caso dell'analisi di campioni di acqua potabile. Impostando un elenco di diluizione che esclude il Na come fattore di attivazione della diluizione nel caso dei campioni di acqua marina, il software fa sì che non venga eseguita alcuna azione, evitando quindi la diluizione non necessaria e la ripetizione della misura. Tuttavia, per l'acqua potabile il sistema ADS 2 diluirebbe automaticamente (in maniera reattiva) il campione.

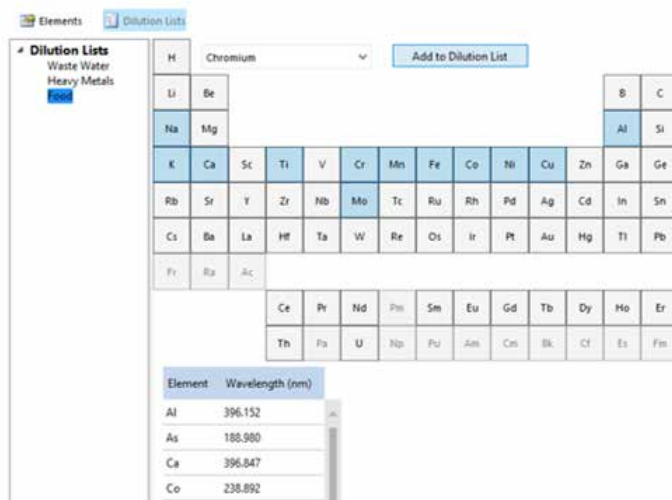


Figura 7. Scheda di configurazione Dilution List (Elenco di diluizione) nel software Agilent ICP Expert 7.7.

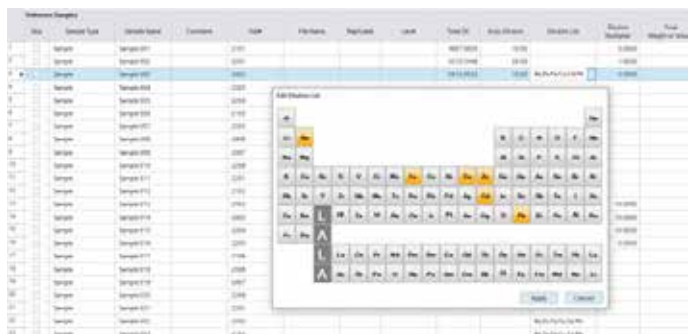


Figura 8. Finestra a comparsa della selezione degli elementi Dilution List (Elenco di diluizione) nel software Agilent ICP-MS MassHunter 5.3.

Compilazione automatica dei risultati migliori per ciascun campione

La funzione Summary (Riepilogo) del software Agilent ICP Expert e Agilent ICP-MS MassHunter per ADS 2 semplifica e automatizza l'analisi dei dati e il reporting. Il riepilogo dei risultati utilizza un algoritmo intelligente per filtrare tutte le misurazioni di un campione e presenta il risultato migliore per ciascun elemento, come riportato in Figura 9 per Mg e Fe. Il singolo risultato di riepilogo per ciascun analita in ogni campione può essere facilmente esportato dal software dello strumento al modello di report. In Figura 10 è riportato un esempio di una vista Summary (Riepilogo) di dati di campioni ICP-OES per Al, As, Ba e Fe. Tutti i dati di tutti i campioni vengono conservati e sono disponibili per l'esportazione.

	Mg	Fe
Standard di calibrazione più alto	100	
Concentrazione non diluita	50	200
Concentrazione diluita 5x	10	40

Concentrazione fuori scala, diluizione necessaria

	Mg	Fe
Riga di riepilogo	50	40

La riga di riepilogo sceglie l'analisi diluita se è entro l'intervallo

Misurazioni entro l'intervallo non modificate

Figura 9. Albero decisionale della funzione Summary (Riepilogo) per il reporting. (Nota: tutti i risultati sono presentati con valori non regolati).

Etichetta soluzione	Al 237,512 nm mg/L	As 188,980 nm mg/L	Ba 455,403 nm mg/L	Fe 238,204 nm mg/L	Fe 239,563 nm mg/L
Riepilogo	52,88	0,41	6,62	89,72	84,95
Originali	487,65 o	0,41	6,62	738,65 o	738,63 o
Diluizione - 10	52,88	0,04	0,78	89,72	84,95

Concentrazione fuori scala per Al e Fe, diluizione necessaria

Concentrazione originale del campione accettabile per As e Ba

Figura 10. Esempio di dati dei campioni dal software Agilent ICP Expert che mostra la vista semplificata Summary Row (Riga di riepilogo) dei risultati migliori per ciascun analita.

Volumi di campione variabili

Sull'ADS 2 è possibile installare loop di campionamento di volume compreso tra 0,5 e 3,0 mL, in base al volume di campione disponibile. A seconda del loop scelto, i tempi di analisi variano tra 20 e 150 s per la tecnica ICP-OES o tra 25 e 410 s per la tecnica ICP-MS, come mostrato in Figura 11. Il design e il controllo integrato del sistema ADS 2 sono garanzia di tempi di analisi coerenti in entrambe le modalità operative (senza diluizione e con diluizione).

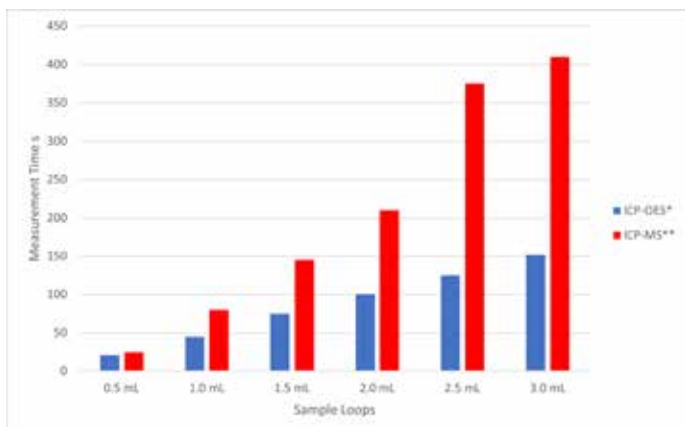


Figura 11. Tempi di analisi ICP-OES e ICP-MS massimi con loop di diversa capacità e, di conseguenza, volumi di campione differenti, per il sistema ADS 2.

*Tempo di analisi ICP-OES in base a un tempo di stabilizzazione di 5 s, velocità della pompa peristaltica 12 RPM e tubo della pompa peristaltica bianco/bianco da 1,02 mm. ** Tempo di analisi ICP-MS in base a un tempo di stabilizzazione di 20 s, velocità della pompa peristaltica 0,1 RPS e tubo bianco/bianco con d.i. pari a 1,02 mm.

Utili strumenti per lo sviluppo di metodi

Entrambi i pacchetti software Agilent ICP Expert e Agilent ICP-MS MassHunter includono i seguenti strumenti intelligenti pensati per semplificare lo sviluppo di metodi:

- Conditions Calculator (Calcolatore delle condizioni): uno strumento utile che fornisce le tempistiche consigliate per i parametri del metodo a partire da lunghezza e tipo di tubi definiti.

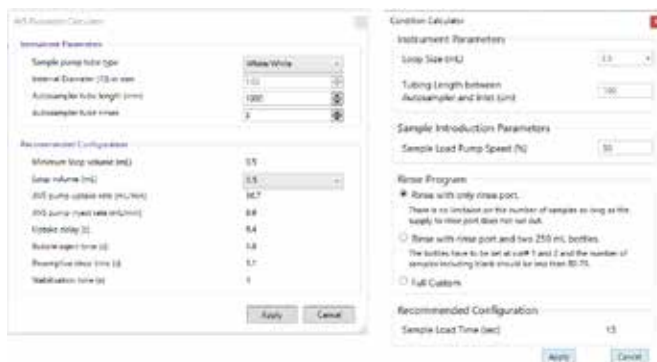


Figura 12. Conditions Calculator (Calcolatore delle condizioni) nel software Agilent ICP Expert (a sinistra) e Agilent ICP-MS MassHunter (a destra).

- AVS/ADS Timing Monitor (Monitor delle tempistiche AVS/ADS): per controllare od ottimizzare ulteriormente le condizioni del metodo, la funzione AVS/ADS Timing Monitor mostra il segnale acquisito nel corso dell'intera sequenza del metodo. Per esempio, se il segnale si stabilizza prima di quanto impostato dal calcolatore delle condizioni per un determinato tipo di campione, il tempo di stabilizzazione potrebbe essere abbreviato per risparmiare tempo. Il segnale dell'analita viene misurato e ogni cambio delle condizioni è contrassegnato dal software, come mostrato in Figura 13 per la misura dello Zn a 213,857 nm tramite ICP-OES. Questo strumento è utile anche per la risoluzione di eventuali problemi del sistema.

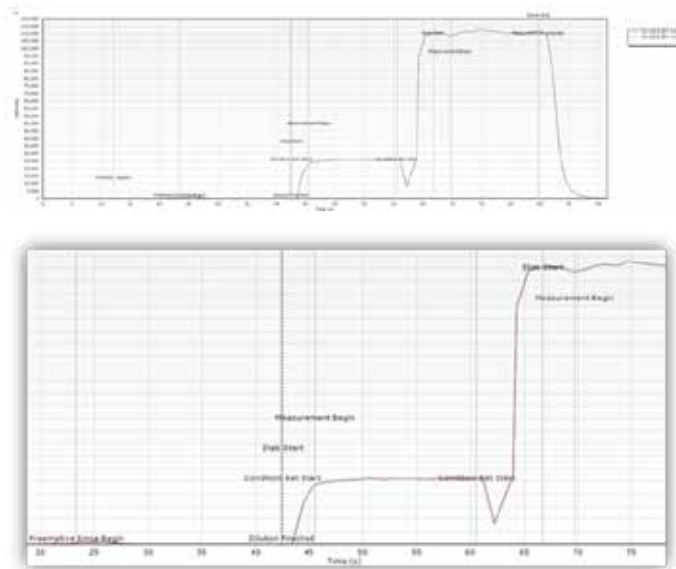


Figura 13. Esempio di monitoraggio delle tempistiche ADS/AVS con il software Agilent ICP Expert per la misura dello Zn a 213,857 nm in un campione diluito per un metodo ICP-OES a due condizioni; è fornita una panoramica delle condizioni dell'analisi. Le due condizioni si riferiscono all'analisi radiale seguita dall'analisi assiale del segnale. Il tempo di stabilizzazione >5 s tra l'impostazione delle condizioni assiali e l'inizio dell'analisi potrebbe essere ridotto. In alto: sequenza completa. In basso: vista ingrandita tra 20 e 75 s.

Riduzione del costo per campione e prevenzione della contaminazione

I campioni, per esempio alcune acque ambientali prelevate sul campo, possono essere raccolti direttamente in provette per autocampionatore da 15 o 50 mL e collocati nel rack dell'autocampionatore, in modo che siano pronti per la diluizione automatica. Questo approccio elimina la necessità di trasferire e diluire le aliquote in laboratorio, evitando quindi le attività di gestione del campione non necessarie. Inoltre, nel caso dei campioni che richiedono diluizioni multiple, prescrittive o reattive, si utilizza soltanto un unico vial. Questo efficiente processo di gestione del campione contribuisce alla rapidità dei tempi di risposta del campione, alla riduzione degli errori e del rischio di contaminazione del campione, oltre che all'abbassamento del costo per campione associato all'ADS 2. Un ulteriore vantaggio della semplificazione delle attività manuali di laboratorio ripetitive e dispendiose in termini di tempo è il minor affaticamento del personale.

Eliminando le fasi di diluizione manuale, l'ADS 2 incrementa la produttività, riduce il consumo energetico e lo spreco di reagenti e parti di consumo in plastica come puntali per pipette, vial per campioni e guanti. L'effetto combinato di tutti questi fattori è l'abbassamento dei costi di analisi e la riduzione dell'impatto ambientale dell'analisi, favorendo quindi una maggiore sostenibilità dei laboratori.



Figura 14. L'eliminazione delle fasi di diluizione manuale può aiutare a diminuire i rifiuti di plastica.

Risoluzione dei problemi e manutenzione

L'integrazione dell'ADS 2 nelle suite software dello strumento Agilent ICP Expert e Agilent ICP-MS MassHunter permette il controllo completo di tale accessorio, il monitoraggio dello stato, la tracciabilità della manutenzione e il miglioramento delle capacità di risoluzione dei problemi.

Nel software di controllo dello strumento ICP è integrato un diagramma interattivo del percorso del flusso che mostra lo spostamento in tempo reale delle soluzioni di campione, risciacquo, diluente, trasporto e standard interno attraverso il sistema di diluizione automatica (Figura 15). Il percorso del flusso mostra le soluzioni in ogni stadio dell'analisi. Pertanto, in presenza di un'ostruzione, il diagramma può aiutare a determinare il punto in cui dovrebbe esservi flusso di soluzione e dove esiste una potenziale ostruzione, semplificando quindi la risoluzione dei problemi.

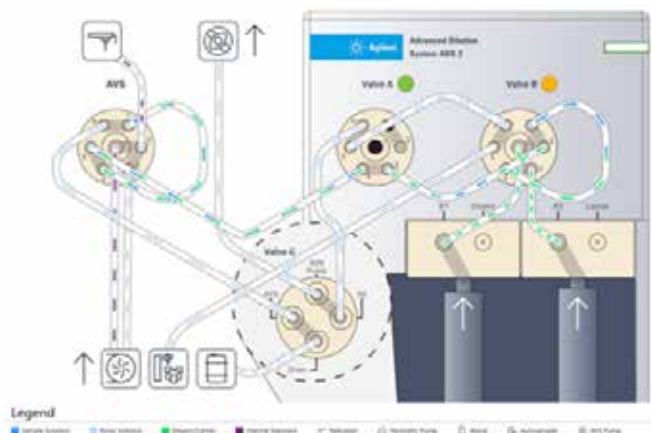


Figura 15. Diagramma interattivo del percorso del flusso che mostra lo spostamento delle varie soluzioni attraverso il sistema di diluizione automatica fino al sistema di introduzione del campione dello strumento.

L'AVS/ADS Timing Monitor (Monitor delle tempistiche AVS/ADS) può essere utilizzato anche come ausilio alla risoluzione dei problemi. Per esempio, se uno dei tubi presenta una perdita, se il volume di diluente è basso o se il flacone di diluente è vuoto, il monitor delle tempistiche segnala visivamente un problema. La traccia del segnale può quindi essere confrontata nell'Help and Learning Center con una libreria di tracce rappresentative delle cause comuni dei problemi del segnale.

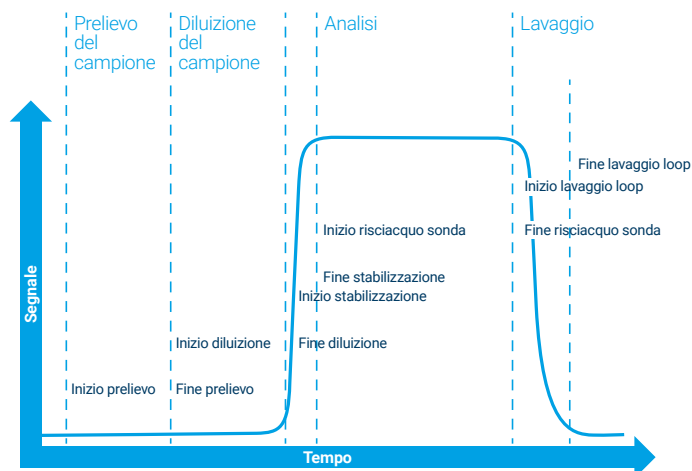


Figura 16. Il software include funzioni automatizzate per determinare le impostazioni ottimali del metodo in base alla lunghezza dei tubi e alle dimensioni immerse per il loop di campionamento. Le funzioni monitorano anche il segnale misurato per fornire informazioni utili ad affinare le impostazioni del metodo o agevolare la risoluzione dei problemi.

Avviso di manutenzione preventiva (EMF)

L'EMF tiene traccia dei componenti dello strumento ICP, dell'AVS e dell'ADS 2 e segnala agli operatori la necessità di procedere alla manutenzione. I codici colore semaforici dei contatori EMF indicano quali attività di manutenzione devono essere eseguite immediatamente (rosso), quali sono imminenti (amburato) e quali invece possono essere rimandate (verde), come mostrato in Figura 17. Le impostazioni predefinite dei contatori sono utili per la maggior parte delle applicazioni generiche, ma gli utilizzatori possono impostarne i limiti in linea con i propri specifici requisiti. L'EMF riduce il fermo macchina e i costi di riparazione tramite la pianificazione della manutenzione ordinaria dei componenti in base all'uso effettivo, anziché a intervalli prestabiliti.

Poiché l'ADS 2 aziona le siringhe e le valvole di commutazione solo quando è in corso una diluizione, la tracciabilità EMF assicura che la manutenzione venga eseguita soltanto in caso di necessità, anziché in base al tempo trascorso.

Nel registro di manutenzione integrato nella funzione EMF viene registrata in formato digitale la cronologia della manutenzione dell'hardware, il che permette di determinare con facilità se lo strumento è stato sottoposto a un'adeguata manutenzione.

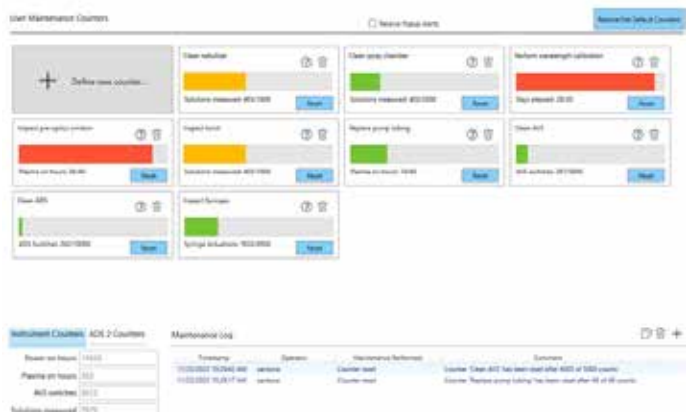


Figura 17. Esempio di uno screenshot EMF in cui sono riportati i contatori di manutenzione per un sistema ICP-OES, AVS e ADS 2 Agilent.

Help and Learning Center

Per aiutare gli analisti nello sviluppo di buone prassi per l'uso del sistema ADS 2, nell'Help and Learning Center sono disponibili guide pratiche e video che illustrano nei dettagli il funzionamento, la manutenzione e la risoluzione dei problemi di tale accessorio. Entrambe le suite software Agilent ICP Expert e Agilent ICP-MS MassHunter presentano un pulsante di accesso rapido all'Help and Learning Center; tale pulsante si trova nell'angolo in alto a destra della schermata del software dello strumento.

Specifiche

Intervallo di diluizione	2-400x
Accuratezza della pompa a siringa	± 1% a 100% della corsa
Precisione della pompa a siringa	≤ 0,05% a 100% della corsa
Dimensioni	Altezza 37,9 cm Larghezza 15,8 cm Profondità 31,3 cm
Peso	7,9 kg
Altitudine	Fino a 2.000 m
Compatibilità	ICP-OES Agilent 5900, 5800, 5110 ICP-MS Agilent 8900, 7900, 7850, 7800
Autocampionatore	Agilent SPS 4, SPS 6 o altro autocampionatore supportato nel software dello strumento
Software	Richiede MassHunter 5.3 o versione successiva per ICP-MS Richiede ICP Expert 7.7 o versione successiva per ICP-OES

explore.agilent.com/icp-automation

DE07677911

Le informazioni fornite sono soggette a modifica senza preavviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2024-2025
Stampato negli Stati Uniti, 12 dicembre 2025
5994-7211ITE



Figura 18. Accesso alle procedure di installazione, funzionamento, manutenzione e risoluzione dei problemi per il sistema ADS 2 nelle pagine dedicate al software dell'Help and Learning Center integrato delle suite software Agilent ICP Expert e Agilent ICP-MS MassHunter.

Maggiori informazioni

1. McCarthy, D., Automazione del flusso di lavoro di analisi di terreno con il sistema ICP-OES, pubblicazione Agilent, [5994-7203ITE](#)
2. Bradford, R., Determination of Multiple Elements in Lithium Salts using Autodilution with ICP-OES, pubblicazione Agilent, [5994-7179EN](#)
3. Zou, A. Yamanaka, M., Analisi intelligente delle acque di scarico con il sistema ICP-MS Agilent con autodiluitore integrato, pubblicazione Agilent, [5994-7113ITE](#)
4. Yamashita, R., Analisi automatica di campioni ambientali a matrice da bassa a elevata con un metodo ICP-MS singolo, pubblicazione Agilent, [5994-7114ITE](#)
5. Riles, P., Analisi produttiva di campioni a matrice elevata grazie a ICP-MS con sistema di diluizione avanzata, pubblicazione Agilent, [5994-7232ITE](#)

