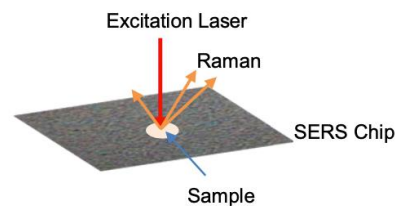
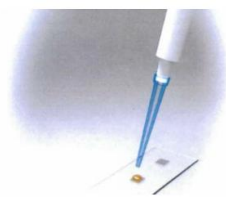


# Strumenti Raman portatili per applicazioni SERS

La Spettroscopia Raman amplificata dalla superficie (SERS) ha attirato una notevole attenzione negli ultimi anni a causa del crescente interesse per il rilevamento di tracce in campo per applicazioni come la sicurezza ambientale, la sicurezza alimentare e la sicurezza nazionale. Il numero mondiale di pubblicazioni SERS è passato da circa 3000 a 25.000 tra il 2000 e il 2011[1]. Lo sviluppo della tecnologia SERS è guidato dalla necessità di superare la barriera tecnica del limite di rilevamento inferiore con la spettroscopia Raman, nonché dalla necessità di rilevare tracce di composti esplosivi, residui chimici e diagnostica biomedica. È un'opinione diffusa che i meccanismi di

amplificazione del segnale siano principalmente il risultato di risonanze elettromagnetiche tra le oscillazioni collettive dei plasmoni nelle particelle metalliche e il campo ottico incidente o di potenziamento chimico attraverso l'aumento della polarizzazione della molecola dopo l'accoppiamento con la superficie metallica [2]. Con i progressi della nanotecnologia, la tecnologia SERS è entrata in un'era in cui i chip SERS sono realizzati con nanostrutture altamente controllate su un substrato che utilizza metalli come oro o argento. Un altro tipo di SERS è basato su soluzioni che utilizza soluzioni colloidali di particelle d'argento o d'oro.



**Figure 1.** Illustrazione di una misurazione Raman utilizzando un chip SERS

## STRUMENTAZIONE RAMAN PER SERS

Per gli sviluppatori SERS o gli utenti finali di SERS interessati a una specifica applicazione SERS, il fulcro della loro piattaforma sperimentale o tecnologica deve essere una configurazione Raman che fornisca prestazioni affidabili come uno strumento da laboratorio ed è conveniente e portatile, consentendo loro di affrontare i problemi del mondo reale. La nuova generazione di spettrometri Raman portatili dispersivi ha portato SERS un passo più vicino alle applicazioni del mondo reale. A causa della piccola area del substrato SERS (~5x5 mm<sup>2</sup>) in cui viene depositata una minuscola gocciolina di soluzione campione, un'accurata focalizzazione laser sulla superficie è un requisito essenziale per la strumentazione Raman. Sebbene i sistemi Raman microscopici da banco soddisfino questo requisito, il

fatto che tali strumenti non possano essere spostati impedisce agli sviluppatori SERS di trasferire le loro tecnologie ad ambienti come linee di produzione, test sul campo o luoghi diagnostici in cui è prevista l'analisi SERS. L'alto costo di un micro-Raman da banco limita anche l'adozione di SERS per applicazioni del mondo reale.

B&W Tek i-Raman Plus sistema Raman portatile accoppiato con BAC151 l'accessorio di campionamento per videomicroscopio all'interno di un involucro di Classe 1 laser BAC152 è una configurazione ideale per l'analisi SERS. Per il SERS basato su soluzione, se la misurazione viene condotta direttamente attraverso la fiala di soluzione, il BCR100A portacuvette Raman può essere utilizzato con i-Raman Plus.



i-Raman Plus



BAC151



BAC152



BCR100A

---

### Elevato rapporto segnale/rumore per il miglior limite di rilevabilità

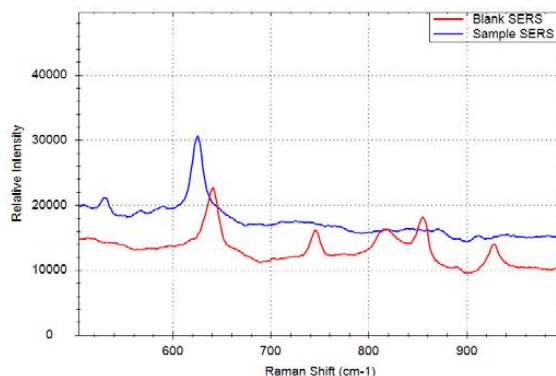
Il B&W Tek i-Raman Plus è dotato di un rivelatore CCD retro illuminato con raffreddamento TE fino a -2 °C. Rispetto a un CCD con illuminazione frontale convenzionale con un'efficienza quantistica al 50%, l'efficienza quantistica del CCD retro-illuminato può raggiungere fino al 90%. A causa della bassa efficienza del fenomeno Raman (10<sup>-8</sup>), è importante che il rumore elettronico per i rivelatori CCD sia a livelli molto bassi rispetto al segnale Raman. Il TE-raffreddamento del dispositivo CCD riduce

efficacemente il rumore: il rumore scuro si dimezza ogni 7 °C di diminuzione della temperatura del dispositivo. Il rivelatore raffreddato nell'i-Raman Plus consente lunghi tempi di integrazione fino a 30 minuti. Ciò aumenta notevolmente il limite di rilevabilità e rende fattibili le applicazioni a basso livello di luce come SERS. La lunghezza d'onda del laser di 785 nm deve essere utilizzata per la riduzione della fluorescenza.

## Alta risoluzione per risolvere i picchi del substrato e del campione

Per alcuni chip SERS, ci sono picchi Raman intrinseci dalla superficie vuota del SERS. Quando i picchi Raman del materiale campione si trovano in prossimità dei picchi del substrato SERS bianco, è fondamentale che i picchi Raman del campione possano essere separati dai picchi del chip SERS. La risoluzione spettrale per il sistema i-Raman Plus 785S

è di  $4,5 \text{ cm}^{-1}$ , che fornisce un'adeguata capacità di risoluzione per differenziare due picchi posizionati molto vicini. La **figura 2** mostra un esempio di due picchi ravvicinati, con un picco ( $641 \text{ cm}^{-1}$ ) associato al grezzo SERS e un picco ( $625 \text{ cm}^{-1}$ ) associato alla soluzione campione potenziata da SERS.



**Figure 2.** Spettri Raman di una superficie SERS vuota (rossa) e un materiale campione su SERS

## Dimensioni ridotte del raggio laser e controllo accurato della messa a fuoco

A causa del fatto che i chip SERS sono spesso di dimensioni molto ridotte, sono necessari un raggio laser di dimensioni ridotte e un controllo accurato della messa a fuoco del laser. L'accessorio di campionamento videomicroscopio [BAC151](#) accoppiato con il [i-Raman Plus](#) fornisce una

dimensione del raggio laser da  $21 \mu\text{m}$  fino a  $210 \mu\text{m}$  quando si utilizzano obiettivi con diversi ingrandimenti. La **Tabella 1** visualizza la dimensione del raggio laser e la distanza di lavoro quando l'ingrandimento della lente dell'obiettivo cambia da 10x a 100x.

**Tabella 1:** Dimensione del punto laser da BAC151

Ingrandimento dell'obiettivo	Distanza di lavoro (mm)	Dimensione del punto del raggio laser ( $\mu\text{m}$ )
10 volte	16	210
20 volte	12	105
50 volte	9,15	42
100 volte	3,2	21

## Sicurezza laser e blocco dell'interferenza della luce ambientale

Poiché molti tipi di chip SERS generano luce riflettente speculare quando il raggio laser di eccitazione viene diretto sulla superficie del SERS, è necessario disporre di un involucro in grado di schermare i raggi laser

riflessi e allo stesso tempo bloccare le interferenze dalla luce ambientale. Per questo, il BAC152 fornisce un involucro laser di Classe 1 per la sicurezza del laser e anche il necessario blocco della luce ambientale.

## CONCLUSIONI

Il sistema Raman portatile B&W Tek i-Raman Plus accoppiato con un accessorio di campionamento per videomicroscopio BAC151 all'interno di un involucro laser Classe 1 BAC152 fornisce una configurazione ideale per le applicazioni SERS. Questa configurazione fornisce non solo un rapporto segnale/rumore elevato per il miglior limite di rilevabilità e un'alta risoluzione

per risolvere i picchi, ma anche la dimensione del raggio laser piccola e regolabile insieme a un controllo accurato della messa a fuoco. Ultimo ma certamente non meno importante, l'involucro laser di Classe 1 fornisce la necessaria sicurezza laser eliminando allo stesso tempo le interferenze della luce ambientale.

## ULTERIORI LETTURE

[Raman vs SERS... Qual è la differenza?](#)

## RIFERIMENTI

1. B. Sharma, RR Frontiera, Al Henry, E. Ringe e RP Van Duyne, *Materiali oggi*, 2012, 15(1-2), 16-25.
2. S. Botti, S. Almaviva, L. Cantarini, A. Palucci, A. Puiu e A. Rufoloni, *J. Spettroscopia Raman*, 2013, 44, 463-468.

## CONTACT

Metrohm Italiana Srl  
Via G. Di Vittorio, 5  
21040 Origgio (VA)

[info@metrohm.it](mailto:info@metrohm.it)

## CONFIGURAZIONE



### Spettrometro Raman portatile i-Raman Plus 785S

i-Raman® Plus 785S fa parte della nostra serie di spettrometri Raman portatili insignita di premi ed è dotata della nostra innovativa tecnologia spettrometrica intelligente. Questo spettrometro Raman portatile utilizza un sensore con array CCD ad elevata efficienza quantica, il raffreddamento termoelettrico e un intervallo dinamico elevato per garantire prestazioni eccezionali con il minimo rumore, anche in caso di tempi di integrazione che arrivano fino a 30 minuti. In questo modo è possibile misurare anche segnali Raman deboli.

Lo strumento i-Raman Plus 785S si caratterizza per la combinazione unica di ampia gamma spettrale ed elevata risoluzione con configurazioni che consentono di effettuare misure da  $65\text{ cm}^{-1}$  a  $3.350\text{ cm}^{-1}$ . La base piccola, la leggerezza e il consumo ridotto di energia permettono di eseguire analisi Raman dappertutto, a livello di ricerca. i-Raman Plus è dotato di sonda a fibra ottica per un campionamento facile ed è utilizzabile con un supporto per cuvette, un videomicroscopio, un tavolo scorrevole XYZ con supporto per sonda, nonché con il nostro software per l'analisi multivariata BWIQ® e il software per l'identificazione BWID®. Con lo strumento i-Raman Plus, avrete sempre una soluzione Raman ad alta precisione per l'analisi qualitativa e quantitativa.



### Sistema di campionatura Raman con videomicroscopio (785 nm)

Sistema di campionatura con videomicroscopio per l'impiego con le sonde Raman di B&W Tek per laboratorio e industria. Incluso un obiettivo con ingrandimento di 20 volte a una distanza di lavoro di 16 mm. Consente la regolazione fine e grossolana manuale sugli assi X, Y e Z, con illuminazione a LED coassiale per l'orientamento dell'obiettivo, videocamera per l'osservazione del campione e compatibile con obiettivi per microscopio standard. La sonda non è inclusa ed è disponibile separatamente. Configurazione da 785 nm.

BAC151C-785



### Copertura per sistema di campionamento Raman

Copertura per sistema di campionamento Raman (ovvero microscopio, supporto per sonda) per la protezione di occhi e/o pelle dalle emissioni laser dirette. L'alloggiamento è stato progettato in modo ergonomico per facilitare l'impiego della sonda e il funzionamento del sistema. Per l'impiego con una lunghezza d'onda di 532 nm, 785 nm e 1.064 nm.



### Porta cuvette Raman per sonda di misura da 9,5 mm

Il porta cuvette Raman BCR100A consente all'utente di misurare facilmente lo spettro Raman di liquidi e polveri fissando una sonda Raman al supporto. Per una riproducibilità senza pari, questo accessorio utilizza uno specchio interno con chiusura di precisione a tre punti e rafforza il segnale Raman fino a tre volte rispetto ai porta cuvette tradizionali. È stato progettato in modo tale che lo stelo della sonda non tocchi direttamente la cuvette e comprende un dispositivo di intercettazione della luce per ridurre la fluorescenza di base. L'accessorio BCR100A è disponibile in versioni per sonde con diametro da 9,5 mm o 12 mm e può essere utilizzato con qualunque cuvette standard con diametro esterno di 12,5 mm x 12,5 mm (lunghezza del percorso 1 cm) per la campionatura di liquidi o polveri.