# IDENTIFICAZIONE DI MINERALI E CONTAMINANTI IN ACQUA USANDO L'XRF PORTATILE

L'acqua che esce dal rubinetto è solo $H_2O$? La risposta non è così semplice; l'acqua può contenere elementi disciolti non visibili ad occhio nudo. Gli strumenti portatili a fluorescenza a raggi X (pXRF), come l'analizzatore XRF portatile Vanta™ di Olympus, possono aiutare a identificare elementi e i contaminanti nell'acqua potabile.

## Identificazione di minerali e contaminanti nell'acqua

Sebbene si pensi l'acqua potabile sia solo $H_2O$, spesso ci sono altri elementi disciolti al suo interno. Alcuni di questi materiali sono utili per noi, come il fluoro, che aiuta a prevenire la carie. Altri minerali comuni includono il cloruro di calcio (CaCl2), un composto contenente elettroliti che, se presente nell'acqua, può aiutare a prevenire la disidratazione. Il cloruro di calcio, insieme ad altri cloruri comuni come quello di magnesio, di sodio e il cloruro di potassio, può disciogliersi nell'acqua quando questa filtra attraverso le rocce attraverso processi geologici. Il grafico seguente (Figura 1) mostra la precisione dell'analizzatore Vanta pXRF nella misurazione del calcio disciolto da 1000 ppm a 20 ppm.

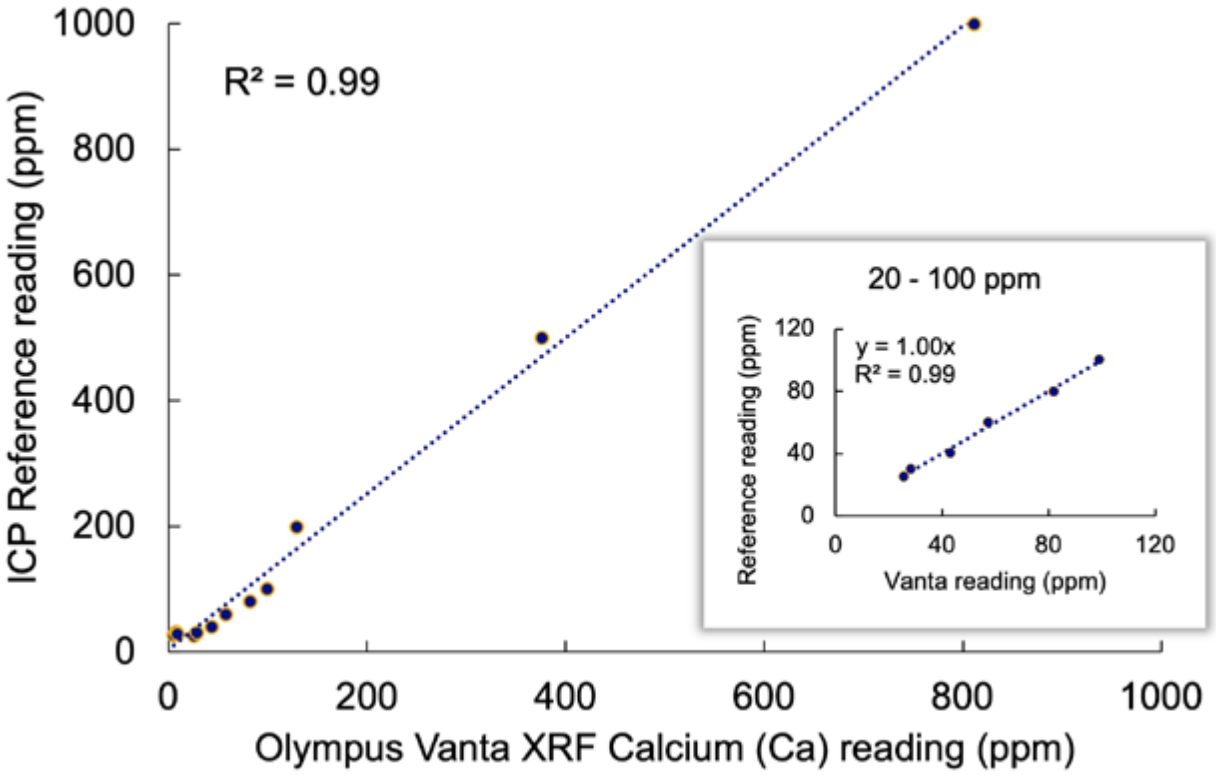


***Figura 1. Prestazioni analitiche del Vanta pXRF sul calcio disciolto rispetto a un campione di riferimento ICP (riquadro che mostra concentrazioni inferiori).***

Tuttavia, l'acqua può contenere materiali potenzialmente nocivi, tra cui nitrati (NO3-), manganese (Mn), ferro (Fe) e bicarbonato (HCO3-). Questi elementi e composti possono causare vari problemi di salute e alle infrastrutture, inclusi danni a tubi e scaldabagni, formazione di incrostazioni e crescita batterica.

Le tecniche di analisi elementare, come l'analisi portatile tramite fluorescenza a raggi X (pXRF) eseguita utilizzando la serie Vanta™, possono essere utilizzate per identificare e quantificare alcuni di questi elementi nocivi. L'XRF può anche aiutare a identificare i metalli pesanti, uno dei gruppi più grandi e dannosi di contaminanti dell'acqua potabile.

## Contaminazione da metalli pesanti nell'acqua potabile

I metalli pesanti, che generalmente includono cromo (Cr), nichel (Ni), rame (Cu), arsenico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) e piombo (Pb), possono causare vari problemi se presenti nell'acqua potabile. Questi metalli possono entrare nell'acqua dalle attività umane e geologiche, come l'erosione naturale delle rocce, le centrali elettriche a carbone e le miniere. Quando questi metalli entrano nelle acque sotterranee, possono rendere l'acqua più acida o alcalina. Di conseguenza, l'acqua è potenzialmente tossica per la salute e distruttiva per i tubi e altre infrastrutture idriche. Modificando il pH dell'acqua, questi metalli possono anche favorire la crescita di vari tipi di batteri nocivi.

## Vari tipi di acqua potabile

Fortunatamente, la maggior parte dell'acqua potabile subisce processi di filtraggio o di purificazione. Disponiamo di vari tipi di acqua potabile facilmente accessibili a noi:

- Acqua del rubinetto
- Acqua distillata
- Acqua filtrata
- Acqua di fonte
- Acqua purificata

Solitamente l'acqua del rubinetto, cioè la più facilmente accessibile, subisce alcuni processi. Dalle acque sotterranee vengono aggiunte alcune sostanze chimiche che rimuovono lo sporco e la maggior parte delle altre particelle disciolte. L'acqua limpida viene quindi filtrata e disinfettata con cloro, con aggiunta di fluoro in alcune regioni.
L'acqua distillata viene fatta bollire, creando vapore o vapore acqueo, quindi condensata nuovamente in acqua potabile, rimuovendo quasi tutti i contaminanti.
L'acqua filtrata è simile all'acqua del rubinetto, sebbene alcune acque filtrate siano trattate con ozono per uccidere i batteri prima dell'imbottigliamento con la fase di purificazione finale.
In modo simile all'acqua filtrata, l'acqua di sorgente è sottoposta alla fase di e a un trattamento con ozono.
Infine, l'acqua purificata comprende molte tecniche di purificazione, come l'osmosi inversa, la distillazione e la deionizzazione. Ognuna di queste tecniche rimuove e lascia determinati materiali e contaminanti disciolti. Utilizzando gli analizzatori Vanta pXRF, possiamo identificare quali materiali disciolti non sono stati rimossi da questi vari tipi di acqua.

## Analisi dell'acqua utilizzando gli analizzatori Vanta pXRF

Per mostrarti come funziona l'XRF portatile, abbiamo testato i cinque tipi di acqua menzionati in precedenza insieme ad un po' di acqua piovana utilizzando un analizzatore Vanta, quindi abbiamo analizzato

quantitativamente i risultati. Il test ha richiesto un minuto, consentendoci di identificare rapidamente i contaminanti e i minerali nell'acqua (Figura 2).

| Sample | Phosphorous (P) | Sulfur (S) | Chlorine (Cl) | Calcium (Ca) | Iron (Fe) | Zinc (Zn) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Distilled | | | | | | |
| Purified | | | | | | |
| Spring | 14 ppm | 22 ppm | 256 ppm | 88 ppm | | |
| Filtered | | 27 ppm | 220 ppm | | | |
| Tap | 17 ppm | | 285 ppm | 55 ppm | 16 ppm | 1 ppm |

***Figura 2. L'analisi con Vanta pXRF di cinque tipi di acqua mostra una gamma di materiali disciolti***

Sebbene tutti i tipi di acqua abbiano lo stesso aspetto utilizzando l'ispezione visiva, i campioni contengono diversi materiali disciolti. Le acque che subiscono molte fasi di purificazione, come l'acqua distillata e l'acqua purificata, non contengono livelli rilevabili di minerali, sali o metalli disciolti. Le acque più vicine alla sorgente, come quelle sorgive e filtrate, contengono alcuni elementi di materiali organici, come fosforo e zolfo, nonché sali di processi geologici, come calcio e cloro. L'acqua del rubinetto, oltre a contenere questi materiali organici e sali, ha tracce (ancora sicure) di ferro e zinco da alcuni dei tubi che trasportano l'acqua. Questo ferro può essere utilizzato dal tuo corpo come minerale necessario, ma può anche lasciare macchie rossastre sui sanitari della tua casa. Fortunatamente, nessuno dei tipi di acqua testati aveva quantità rilevabili di metalli pesanti.

Oltre a calcolare le concentrazioni elementari, l'analizzatore Vanta™ pXRF può calcolare la concentrazione di vari sali. Utilizzando come esempio la nostra acqua di sorgente e di rubinetto, l'analizzatore Vanta può determinare la concentrazione di cloruro di calcio in tempo reale (Figura 3).

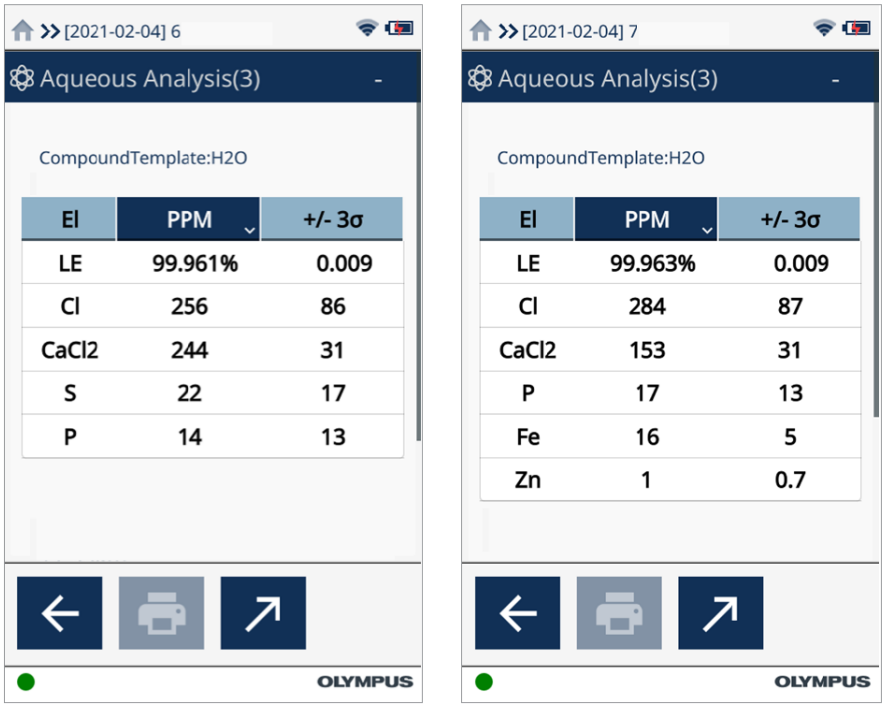


***Figura 3. Analisi con Vanta pXRF del cloruro di calcio (CaCl2) nell'acqua di sorgente (a sinistra) e nell'acqua del rubinetto (a destra)***

## Identificazione dei contaminanti da metalli pesanti nelle acque reflue

L'analizzatore Vanta™ pXRF può anche identificare la contaminazione da metalli pesanti nelle acque reflue o nell'acqua utilizzata per scopi industriali e agricoli. Sebbene alcuni di questi metalli pesanti possano essere rilevabili direttamente dall'analizzatore Vanta a 1 ppm (1 mg/L) o superiore, alcuni contaminanti esistono al di sotto di tale livello. I progressi nella preparazione dei campioni, come le bustine di resina a scambio ionico time-lapse (TIERS)[1], consentono all'analizzatore Vanta di rilevare concentrazioni di metalli pesanti e sali fino al livello di parte per miliardo (ppb) o frazioni di 1 mg/L. Questa tecnica di preparazione del campione semplice ed economica può amplificare le concentrazioni nell'acqua da 100 a 1000 volte, consentendo limiti di rilevamento che rivaleggiano con tecniche più costose.
L'uso di TIERS o di altre resine a scambio ionico ha dimostrato di essere d'aiuto nell'individuazione di scarichi illegali nelle acque industriali e agricole[1], nella valutazione dell'inquinamento da metalli pesanti nei terreni agricoli[2] e nell'identificazione degli inquinanti in specchi d'acqua più ampi[3]. Queste tecniche hanno portato allo sviluppo del fingerprinting delle acque reflue, consentendo ai ricercatori di identificare la provenienza di specifici inquinanti o contaminanti. La capacità di raggiungere i limiti di rilevamento dei ppb con pXRF lo rende uno strumento utile per l'analisi delle acque reflue e l'identificazione dei contaminanti.

## Contaminanti negli alimenti e nelle bevande

L'acqua non è l'unico cibo o bevanda che può contenere contaminazione da metalli pesanti. Anche altri prodotti comunemente consumati, come cereali e zucchero, possono essere contaminati da metalli pesanti. Oltre a identificare pezzi di metallo negli alimenti, tracce di metalli provenienti da attività umane e ambientali possono anche contaminare il cibo. Metalli, come ferro e zinco, possono essere aggiunti accidentalmente agli alimenti attraverso la rottura delle apparecchiature delle macchine, sostanze inquinanti nei fertilizzanti e varie tecniche di macinazione e lavorazione. I contaminanti possono essere aggiunti allo zucchero attraverso l'acqua contaminata utilizzata nella lavorazione e i contaminanti presenti nel terreno in cui è cresciuta la canna da zucchero.
Simile al test dell'acqua, abbiamo testato farina, riso e zucchero di qualità consumer con uno strumento Vanta™ pXRF e abbiamo analizzato quantitativamente i risultati. Il test ha richiesto un minuto, fornendoci rapidamente la contaminazione in queste comuni forniture di dispensa (Figura 4).

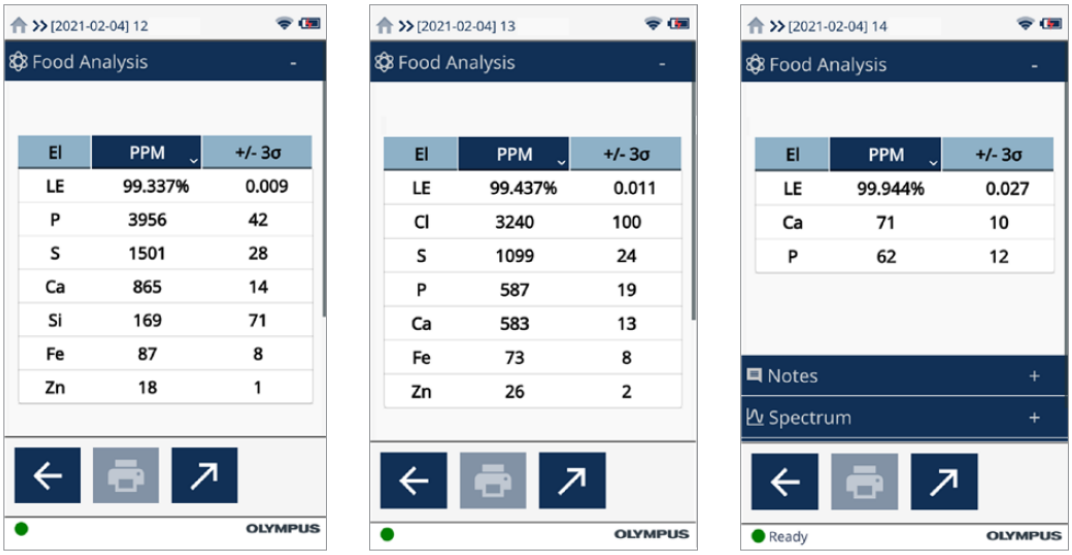


***Figura 4. L'analizzatore Vanta XRF esegue la scansione di alimenti comuni, inclusi zucchero (a sinistra), farina (al centro) e riso (a destra).***

Sebbene nessuno dei materiali disciolti sia visibile ad occhio nudo, sono chiaramente presenti in questi alimenti. Tutti gli elementi rilevati sono presenti in natura in questi materiali, provenienti da minerali, sali e sostanze nutritive presenti in natura. L'analizzatore Vanta può anche essere utilizzato per testare prodotti diversi come le proteine in polvere o la cannabis.

Queste analisi elementari rivelano chiaramente la contaminazione negli alimenti e nelle bevande di consumo, dimostrando le prestazioni analitiche degli analizzatori XRF portatili Vanta.

## Referenze

[1]Shih, P.K., Chiang, L.C., Lin, S.C., Chang, T.K. and Hsu, W.C., 2019. Application of Time-Lapse Ion Exchange Resin Sachets (TIERS) for Detecting Illegal Effluent Discharge in Mixed Industrial and Agricultural Areas, Taiwan. Sustainability, 11(11), p.3129.

[2]Huang, J.J.S., Lin, S.C., Löwemark, L., Liou, S.Y.H., Chang, Q., Chang, T.K., Wei, K.Y. and Croudace, I.W., 2019. Rapid assessment of heavy metal pollution using ion-exchange resin sachets and micro-XRF core-scanning. Scientific reports, 9(1), pp.1-6.

[3]Pan, S.Y., Syu, W.J., Chang, T.K. and Lee, C.H., 2020. A multiple model approach for evaluating the performance of time-lapse capsules in trapping heavy metals from water bodies. RSC Advances, 10(28), pp.16490-16501.

QUANTANALITICA

Via Guido Rossa 14
23875 Osnago (LC) - Italy
Tel. +39 039 9280061
Fax. +39 039 9289636
info@quantanalitica.com
www.quantanalica.com