XRF PORTATILE PER L'ANALISI DEI DEPOSITI DI RAME E D'ORO PORFIRICO

Gli strumenti XRF portatili Olympus, come l'analizzatore XRF Vanta ™, svolgono un ruolo importante nell'esplorazione e nello sviluppo dei depositi di porfirici nell'industria dei minerali. Questa nota applicativa dimostra come l'analizzatore Vanta XRF possa misurare con precisione elementi comuni di interesse nell'esplorazione e nell'estrazione di rame e oro, nonché elementi utili per determinare la fertilità dei sistemi porfirici.

La ricerca di sistemi geologici porfirici è interessante per le società di esplorazione mineraria in quanto spesso possono essere depositi polimetallici molto grandi di enorme valore economico. Tipicamente estratti utilizzando metodi a cielo aperto a basso costo e con una lunga vita delle miniere (dettagli nel diagramma sotto), i sistemi porfirici rappresentano la maggior parte delle miniere di rame (Cu) e molibdeno (Mo) nel mondo oggi e circa un quarto di tutto l'oro (Au).

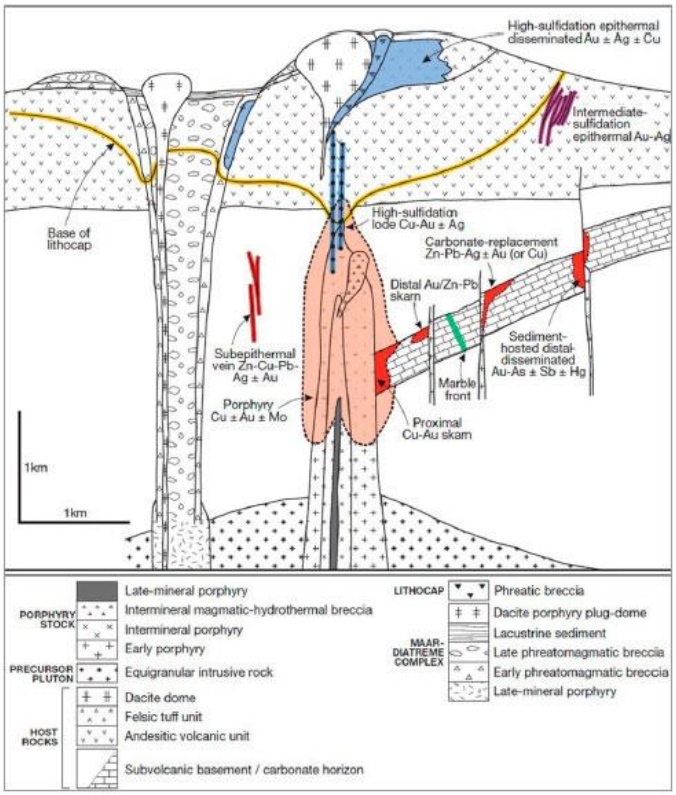

Figura 1 – Anatomia di un sistema porfirico a Cu che mostra le interrelazioni spaziali di un deposito Cu ± Au ± Mo situato in posizione centrale in uno stock porfirico multifase e le sue rocce incassanti (riprodotte qui con il permesso di Dick Sillitoe). Figura originale dalla rivista SEG "Economic Geology" Handheld X-ray X-ray Fluorescence Mineral Exploration.

Molto lavoro è stato svolto dall'industria dei minerali in collaborazione con il mondo accademico per aumentare la comprensione della genesi di questi depositi, il potenziale della fertilità dei depositi porfirici e per sviluppare tecniche per trasportarli in modo efficiente durante i programmi di esplorazione mineraria.

Prestazioni pXRF su elementi costitutivi comuni di porfido

I dati seguenti illustrano le prestazioni predefinite del Vanta ™ pXRF su una gamma di materiali di riferimento certificati (CRM) nel kit pXRF Porphyry Copper e IOCG (iron oxide copper gold) fornito da OREAS (Ore Research and Exploration Assay Standard). L'eccellente correlazione tra i dati CRM e Vanta pXRF mostra che Vanta pXRF può fornire un'eccellente qualità dei dati su campioni completamente preparati da questi tipi di deposito.

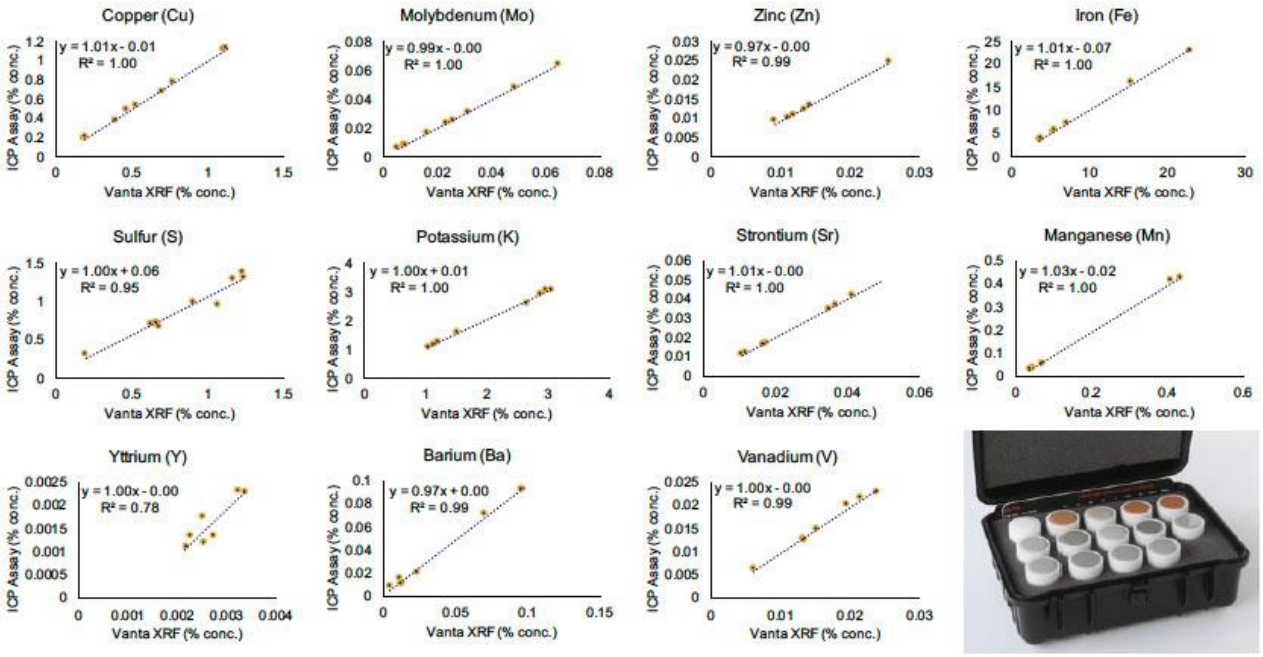

Figura 2 - Prestazioni del Vanta pXRF su elementi contenuti in un sistema porfirico e IOCG rispetto ai valori utilizzando vari kit forniti da OREAS.

Utilizzo del pXRF per per gli indicatori di fertilità in un sistema porfirico

Differenti combinazioni di rapporti di stronzio (Sr), ittrio (Y), ossido di manganese (MnO), biossido di silicio (SiO_2) e zirconio (Zr) misurati in laboratorio sono stati identificati come discriminatori potenzialmente efficaci tra mineralizzazioni e intrusioni sterili nel sistema porfirico a Cu. Recentemente, sia il Center for Ore Deposits and Earth Sciences (CODES) dell'Università della Tasmania in Australia che la School of Geography, Geology, and Environment presso l'Università di Leicester nel Regno Unito hanno svolto ricerche per studiare il potenziale dell'uso di pXRF per aiutare gli esploratori valutare la fertilità del sistema porfirico in campo su campioni preparati e non preparati.

In un articolo pubblicato nel 2019 su Geology Exploration, Environment, Analysis (GEEA), il team di CODES ha dimostrato che:

- Sulla base di una raccolta globale di dati di laboratorio, i valori dell'intera roccia di Sr/Y e Sr/MnO possono discriminare efficacemente la formazione di minerali e le intrusioni sterili nel complesso porfirico
- I dati pXRF, calibrati sui dati convenzionali della roccia intera, possono essere utilizzati al posto dei dati analitici convenzionali della roccia intera per costruire il diagramma Cu di discriminazione Sr/Y vs Sr/MnO.

Il team CODES ha mostrato i confronti tra ICP-MS / ICP-ES convenzionali (spettrometria di massa al plasma accoppiato induttivamente e spettrometria di emissione) e risultati di pXRF da sei distretti mineralizzati: (1) il distretto di Yerington Cu (± Mo-Au), USA; (2) il deposito di Resolution Cu-Mo, USA; (3) il distretto dello skarn di Las Bambas Cu-Fe, Perù; (4) il distretto di Cadia Cu-Au, Australia; (5) il distretto di Northparkes Cu-Au, Australia; e (6) il distretto di Cowal Cu-Au, Australia.

Valutando l'accuratezza e la precisione dei dati pXRF raccolti sia dal pulp material (120 mesh) che da lastre di roccia intatte (fino a 0,5 cm di granulometria) e confrontando i risultati dei dati ICP-MS/ICP-ES convenzionali su roccia intera, l'articolo di CODES ha dimostrato che i dati pXRF possono essere acquisiti con successo direttamente da rocce non lavorate sul campo per valutare il potenziale di formazione di minerali delle intrusioni.

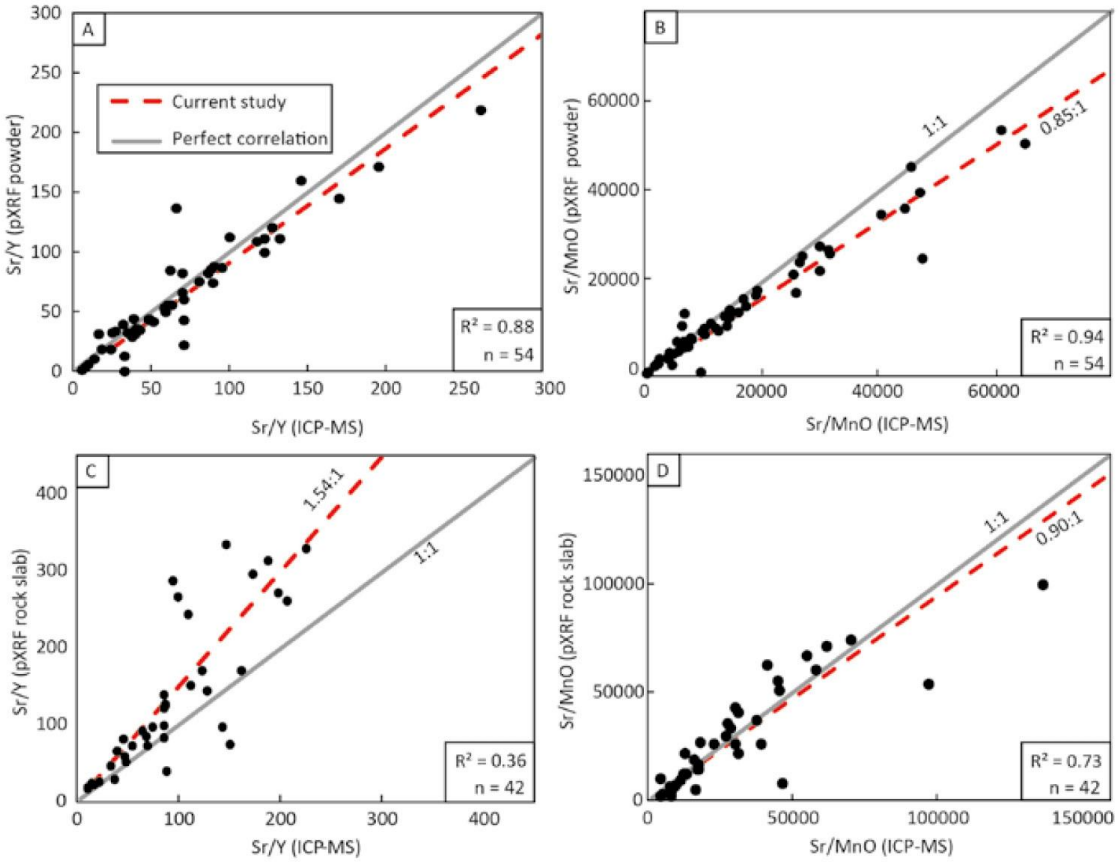

Figura 3 – Studio CODES: confronti tra i dati pXRF e i dati di laboratorio convenzionali per diversi campionamenti. (a) Sr/Y: dati pXRF dal pulp material in coppette pressate e dati ICP-MS/ICP-ES. (b) Sr/MnO: dati pXRF dal dal pulp material in coppette pressate e dati ICP-MS/ICP-ES. (c) Sr/Y: dati pXRF da lastre di roccia intatte e dati ICP-MS/ICP-ES. (d) Sr/MnO: dati pXRF da lastre di rocce intatte e dati ICP-MS/ICP-ES.

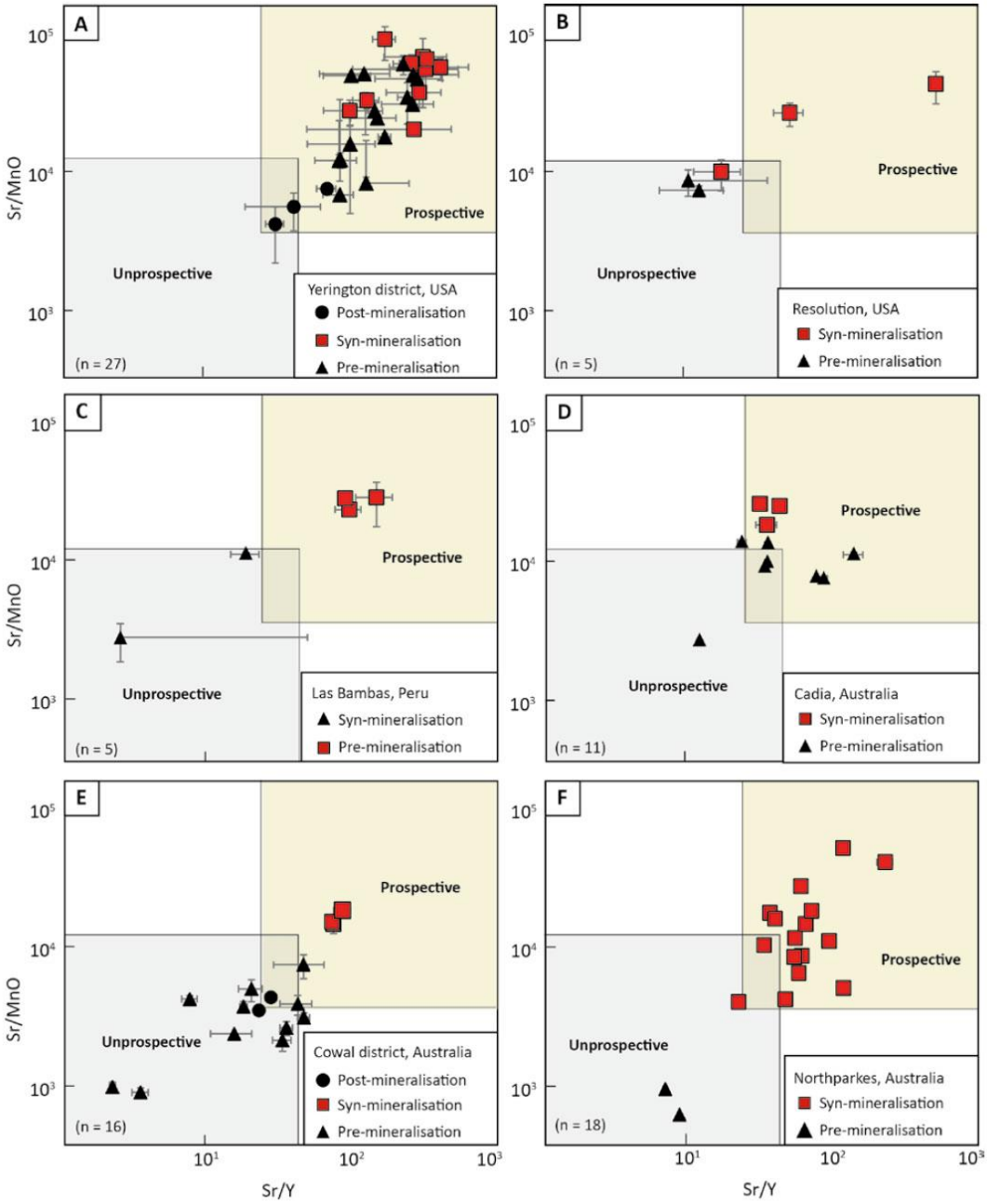

Figura 4 – Studio CODES - I dati pXRF delle rocce intrusive pre, syn e post mineralizzazione da sei distretti di Cu e skarn tracciati sui diagrammi Sr/MnO vs Sr/Y utilizzando i campi di fertilità. La media dei campioni analizzati per ogni distretto è elencata qui. (a) distretto di Yerington, USA; solo lastre di roccia. (b) deposito di risoluzione, USA; lastre di roccia. (c) distretto di Las Bambas, Perù; lastre di roccia. (d) Distretto di Cadia, Australia; polveri pulp material. (e) distretto di Cowal, Australia; polveri di polpa e

Il recente lavoro presentato alla 43a riunione annuale del gruppo di studio sui depositi di minerali a Londra da Marquis et al. ha valutato le prestazioni del Vanta ™ pXRF su una suite di campioni che mostrava una miscela di segnali di fertilità positivi e neutri (Sr/Y vs SiO_2 e Sr/Y vs Zr) sottoposti a una serie di metodi di preparazione del campione. Gli stessi campioni sono stati testati nelle seguenti condizioni:

- Punta e spara: nessuna preparazione, naso dello strumento a diretto contatto con la superficie del supporto.

- Mulino da campo o mortaio: frammentazione e macinazione fino a ~ 200 µm sul campo.
- Tipo laboratorio: macinazione e omogeneizzazione di un materiale secco a 125 µm in ambiente di laboratorio. Compattato in una pastiglia con superficie liscia.

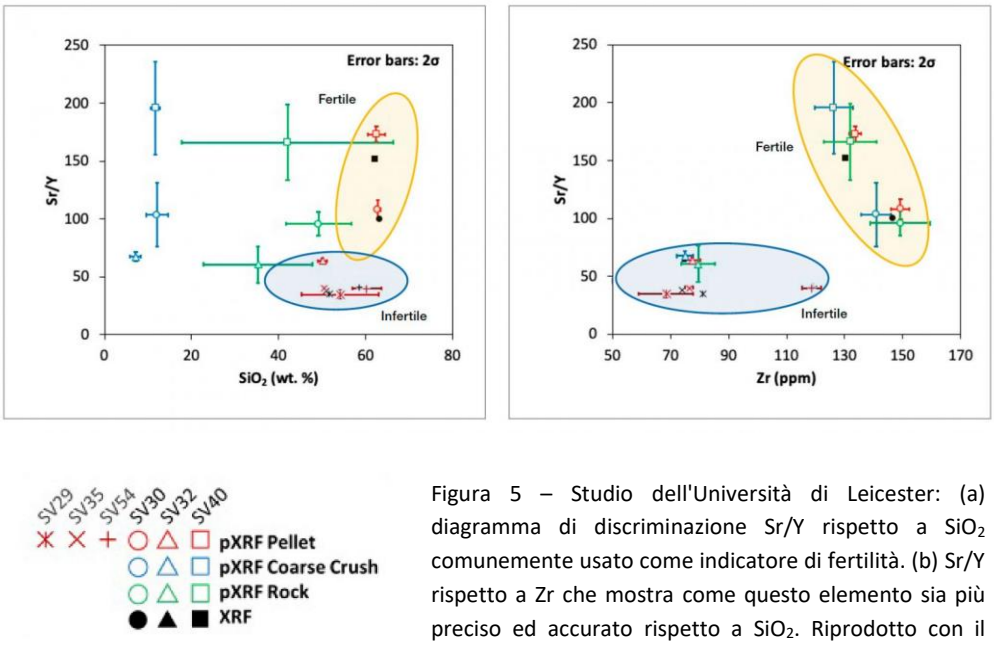

Figura 5 – Studio dell'Università di Leicester: (a) diagramma di discriminazione Sr/Y rispetto a SiO_2 comunemente usato come indicatore di fertilità. (b) Sr/Y rispetto a Zr che mostra come questo elemento sia più preciso ed accurato rispetto a SiO_2. Riprodotto con il permesso dell'Università di Leicester.

Questo studio mostra come l'analizzatore Vanta abbia funzionato bene su campioni preparati ma non è stato in grado di risolvere con precisione la SiO_2 su rocce frantumate o intatte. Ciò è prevedibile a causa della natura eterogenea di questi campioni e del suo impatto intrinseco sugli elementi più leggeri misurati con pXRF. Tuttavia, la migliore accuratezza degli elementi in traccia più pesanti, come Zr, consente di utilizzarli al posto della silice, anche su campioni di campo, come indicatore della fertilità del complesso porfirico.

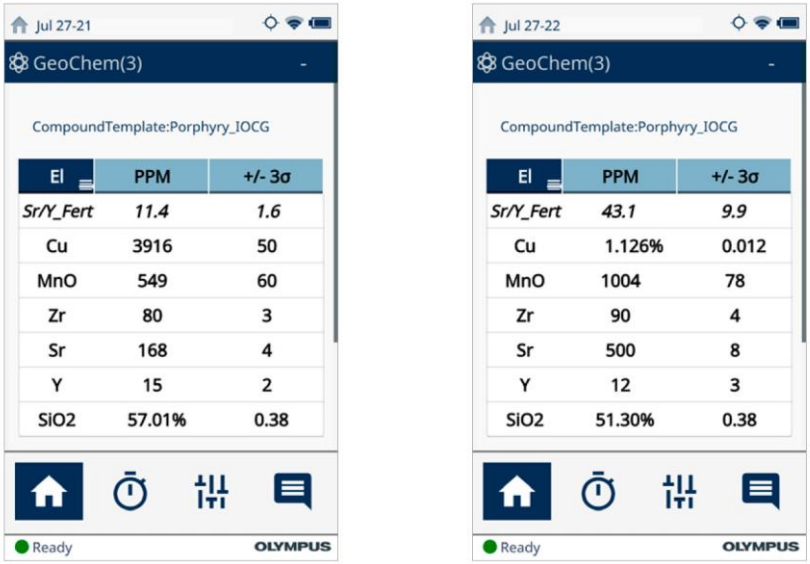

Figura 6 – Scansioni di alcuni campioni OREAS di Cu porfirico con calcolo della fertilità in tempo reale.

Utilizzando la funzione Pseudo Elements sull'Olympus Vanta ™ pXRF, qualsiasi rapporto di interesse può essere visualizzato sullo schermo dello strumento in qualsiasi momento. Inoltre, la funzione di visualizzazione del composto consente all'analizzatore Vanta di visualizzare l'ossido associato ai singoli elementi. Questi calcoli vengono eseguiti sullo strumento durante l'esecuzione dei test, come mostrato sopra (figura 6).

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