

## **Analisi PIXE e PIGE di campioni di particolato atmosferico raccolti in Artide tramite impattore multistadio**

Numerosi studi hanno dimostrato che il particolato atmosferico ha importanti effetti sulla salute umana e sul clima e in particolare svolge un ruolo rilevante nei cambiamenti climatici. Tali fenomeni dipendono strettamente dalle proprietà chimico-fisiche delle particelle che lo compongono, tra cui la composizione chimica e la dimensione delle particelle stesse. I campioni utilizzati per questo studio sono stati raccolti presso le Isole Svalbard (Norvegia) tramite impattore multistadio, che raccoglie le particelle su dodici stadi tramite segregazione dimensionale: ciascuno stadio è costituito da un deposito di particelle di dimensioni comprese in un determinato intervallo. L'uso di questo tipo di campionatori permette di studiare la composizione chimica dell'aerosol in funzione della dimensione delle particelle (distribuzioni dimensionali).

I campioni sono stati analizzati tramite le tecniche PIXE (Particle Induced X-Ray Emission) e PIGE (Particle Induced Gamma-Ray Emission), basate rispettivamente sulla rivelazione della radiazione X e  $\gamma$  emessa dal campione come conseguenza dell'interazione con un fascio di protoni accelerati. La PIXE è molto efficace nello studio dei campioni di aerosol in quanto permette di rivelare e quantificare tutti gli elementi presenti con numero atomico  $Z > 10$ ; tuttavia, essa può dare risultati sottostimati per le concentrazioni degli elementi più leggeri (Na, Al, Mg) a causa dell'assorbimento dei raggi X meno energetici all'interno del campione stesso. L'uso congiunto della tecnica PIGE per la determinazione di questi elementi permette di valutare e correggere tali effetti. Le condizioni di misura necessarie per effettuare un'analisi quantitativa con la tecnica PIGE sui campioni di aerosol dipendono dall'elemento d'interesse; in questo lavoro la PIGE è stata effettuata per la prima volta, per questo tipo di campioni, per la determinazione dell'alluminio.

L'applicazione delle tecniche PIXE e PIGE a questo tipo di campioni presenta alcune criticità principalmente legate alla disomogeneità dei campioni, in cui non sono da escludersi anche rilevanti effetti di stratificazione delle particelle in alcuni dei depositi. Obiettivi di questo lavoro di tesi sono quindi stati la verifica della riproducibilità delle misure su questo tipo di campioni di aerosol e la quantificazione degli effetti di assorbimento per l'Al, mediante il confronto delle concentrazioni ottenute per tale elemento dall'analisi degli spettri X e  $\gamma$ .

Per questo lavoro, 3 campioni multistadio sono stati analizzati tramite PIXE e, simultaneamente, PIGE per la determinazione dell'alluminio; gli stessi campioni erano stati precedentemente analizzati tramite PIXE e PIGE per valutare gli effetti di attenuazione del sodio.

Per quanto riguarda la riproducibilità delle misure, si è osservato che i dati PIXE ottenuti nei due turni di misura sono risultati confrontabili entro l'8% per tutti gli elementi considerati, eccetto il Br, notoriamente volatile. Si noti che le possibili cause di non riproducibilità (posizionamento del campione, e quindi diversi angoli solidi sottesi dai rivelatori; omogeneità con cui si sonda il deposito, ovvero copertura della scansione e costanza della corrente del fascio) si ripercuotono anche sulla tecnica PIGE, in quanto l'apparato sperimentale è lo stesso e le misure sono effettuate simultaneamente, quindi il risultato ottenuto conferma l'efficacia di entrambe le tecniche per l'analisi di campioni di aerosol raccolti tramite impattore multistadio.

Gli effetti di attenuazione per l'alluminio sono stati quantificati per la prima volta, per questo tipo di campioni, in questo lavoro di tesi. Il rapporto delle concentrazioni dell'alluminio, ottenute mediante analisi PIXE e PIGE contemporaneamente, ha permesso di studiare la loro dipendenza dallo stadio di raccolta; si è osservato che l'andamento generale dell'attenuazione è simile a quello atteso per assorbimento dovuto a singola particella (ossia nelle ipotesi che l'Al sia presente solamente sotto forma di ossido di alluminio in particelle di forma sferica), ma si sono comunque evidenziati anche fenomeni dovuti all'accumulo di più particelle. Poiché i campioni presi in esame sono gli stessi su cui era stata fatta una valutazione degli effetti di assorbimento per il sodio, analogamente a quanto fatto in questo lavoro per l'alluminio, è stato effettuato un confronto tra i risultati ottenuti per i due elementi: la forte attenuazione del sodio, osservata in alcuni stadi, non può essere dovuta esclusivamente a fenomeni di accumulo, come inizialmente ipotizzato, in quanto essi dovrebbero avere gli stessi effetti anche sull'alluminio; tali attenuazioni sono verosimilmente causate dall'agglomerazione delle particelle di cloruro di sodio in strutture di dimensioni maggiori a causa dell'igroscopicità del NaCl.

Infine, le concentrazioni ottenute dall'analisi PIXE sugli undici campioni raccolti tra Marzo e Agosto 2011 ci hanno permesso di studiare la distribuzione dimensionale dei singoli elementi per ogni campione e valutare i contributi relativi delle diverse mode alle concentrazioni di alcuni elementi nell'arco dell'intera campagna, evidenziando anche una differenza stagionale.