

Metodi radiometrici di misura ad alta sensibilità e radioattività nelle acque

Massimiliano Clemenza

Dipartimento di Fisica G.P.S.Occhialini, Università degli Studi di Milano-Bicocca

Nella fisica degli eventi rari come nelle misure di radioattività ambientale, è di fondamentale importanza ridurre il fondo radioattivo del rivelatore date le esigue contaminazioni che caratterizzano i campioni da misurare.

Nel Laboratorio di Radioattività del Dipartimento di Fisica G. Occhialini dell'Università degli Studi di Milano Bicocca e dell'INFN, che collabora attivamente con il Low Activity Lab sotterraneo all'interno dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN, sono attualmente in corso misure con metodi radiometrici ad alta sensibilità in matrici di vario genere, per verificare il contenuto di isotopi radioattivi. Queste misure sono integrate nell'attività di selezione dei materiali per gli esperimenti sotterranei (doppio beta tipicamente) e con attività inerenti studi di radioecologia con particolare riferimento allo studio dei prodotti di fallout da esplosioni nucleari in atmosfera e da fuoriuscite da centrali nucleari, nonché misure di radioattività naturale in particolare in campioni d'acqua.

Queste attività hanno portato a sviluppare ed integrare fra loro tecniche di misura tipiche della radioattività ambientale con tecniche di misura e di simulazione proprie della fisica delle particelle che si sono rivelate però molto utili anche nel campo delle misure inerenti alla Radioecologia.

I metodi radiometrici utilizzati sono la spettrometria gamma con rivelatori HPGe a basso fondo e spettrometria alfa con Rivelatori al Silicio a basso fondo a barriera superficiale.

Per gli esperimenti eseguiti con i bolometri per la fisica underground, è di cruciale importanza ridurre al minimo la presenza di radioattività di fondo soprattutto di quella superficiale. Onde studiare l'incidenza dei vari materiali sul fondo radioattivo le camere alfa installate nel laboratorio sono state ottimizzate per ridurre al minimo il fondo intrinseco. Nella regione dei decadimenti alfa tra 4 e 10 MeV vi è la possibilità di raggiungere sensibilità minori di 1 Cont/(cm²·giorno).

Per ridurre ulteriormente tale limite stiamo lavorando sull'ottimizzazione delle misure di fondo (senza campione presente nella camera) in modo da meglio applicare le tecniche di sottrazione che attualmente non sono particolarmente efficienti. Questo al fine di poter meglio valutare la contaminazione intrinseca e quindi ineliminabile del rivelatore a barriera superficiale.

Con i rivelatori HPGe si fanno studi preliminari sui materiali per gli esperimenti underground con limiti di sensibilità dell'ordine di 10 mBq/kg per le catene naturali di U e Th per i germani del Laboratorio di Milano, mentre per quelli posti all'interno della galleria del Gran Sasso si raggiungono limiti dell'ordine di 100µBq/kg.

Oltre alla misura di radioattività antropogenica in varie matrici ambientali, in particolare per la rivelazione del ¹³⁷Cs, vengono anche portate a termine misure sulla radioattività naturale in matrici liquide (acque potabili, sotterranee, millipore, e solventi di vario genere) per la determinazione della concentrazione degli isotopi dell'Uranio, del ²²⁶Ra e del ⁴⁰K che sono, in genere, i radionuclidi allo stato ionico più diffusi in soluzione nelle acque.

Nelle misure di spettroscopia gamma di bassa attività con i rivelatori al germanio iperpuro, il calcolo dell'efficienza è stimato attraverso simulazioni basate sul metodo MonteCarlo.

L'utilizzo delle sorgenti calibrate mostra ormai tutti i limiti dovuti ai costi di fabbricazione ed alla limitazione delle forme e delle geometrie disponibili, senza contare il costo di gestione delle sorgenti che diviene sempre più un problema.

L'ottimizzazione del codice di trasporto delle particelle e la conoscenza sempre più precisa delle sezioni d'urto dei vari processi d'interazione dei raggi gamma con la materia ha portato ad errori inferiori al 5% nella simulazione della curva d'efficienza dei rivelatori al germanio iperpuro.

È stato inoltre sviluppato una tecnica di analisi dei germani che permette, attraverso una scansione radiografica del rivelatore, di stimare il reale volume attivo del rivelatore e quindi di realizzare un perfetto disegno del rivelatore da inserire all'interno della simulazione.