CAMPOVERDE

Anomalie radiometriche riscontrate nei rifiuti ospedalieri con $T_{1/2}$ < 75 giorni

A.Ferrari[a], S.Manenti[a], A.Palladino[a]

Campoverde srl, Milano

andrea.ferrari@campoverde-group.com

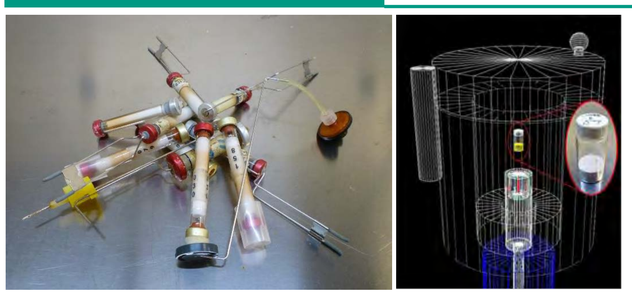
ABSTRACT

All'interno dei rifiuti radioattivi comunemente definiti di I categoria ($T_{1/2}$<75d) sono state riscontrate delle non conformità che impediscono la classificazione di questi come rifiuti speciali e il conseguente smaltimento in ambiente.

Nel caso specifico di contaminazioni residue da radionuclidi a lunga emivita, i controlli strumentali sono stati accompagnati da studi e indagini volti a comprendere meglio i motivi per cui tali impurità si trovano originariamente nei radiofarmaci utilizzati in medicina nucleare.

La caratterizzazione radiologica qualitativa e quantitativa delle anomalie rilevate è stata effettuata all'interno dei laboratori Campoverde tramite analisi in spettrometria gamma HPGe e scintillazione liquida TR-LSC.

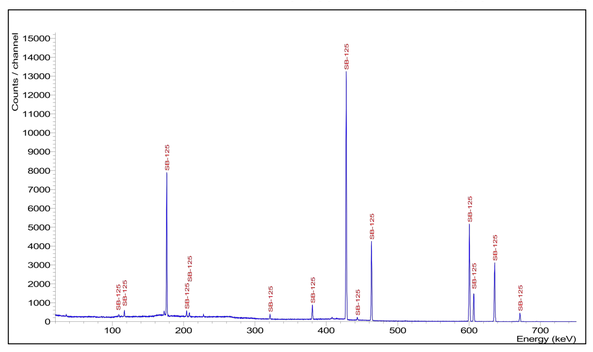
CASI RAPPRESENTATIVI



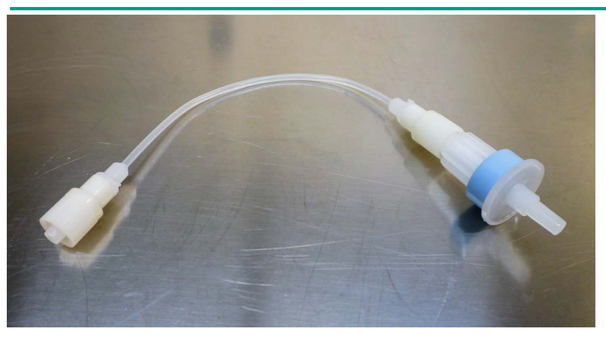
Tali cartucce filtranti si trovano all'interno di generatori commerciali di tecnezio che basano il loro principio di funzionamento sulla cromatografia in colonnina ad absorbimento ionico (Al_2O_3). Su tale colonnina sono presenti in equilibrio fra loro sia il ^{99}Mo che il ^{99m}Tc; quest'ultimo può essere eluito ed utilizzato per tecniche di imaging. Il ^{99}Mo rimane intrappolato nella resina ad absorbimento ionico.

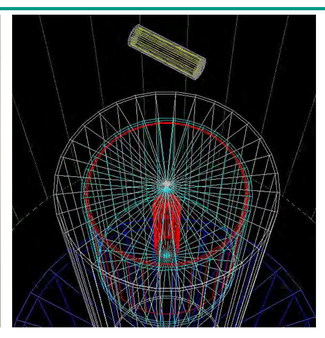
CARTUCCIA FILTRANTE GENERATORE ^{99}Mo/^{99M}Tc

L'analisi mostra la presenza di ^{125}Sb, con attività media di 2.5 kBq per cartuccia. Considerando che mediamente ogni cartuccia contiene 0.8 g di resina, si può stimare una concentrazione di ^{125}Sb pari a 3.13 kBq/g. Una possibile causa della presenza di ^{125}Sb può essere dovuta alla presenza di stagno nel target di produzione del ^{99}Mo (^{124}Sn(n,γ)^{125}Sn, ^{125}Sn(β-) → ^{125}Sb).



CARTUCCIA FILTRANTE SISTEMA RADIOCHIMICO PER PRODUZIONE DI ^{18}F

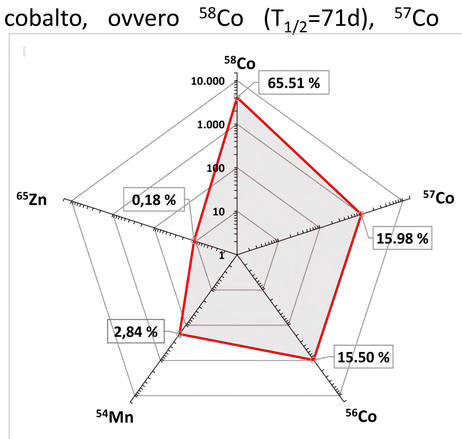


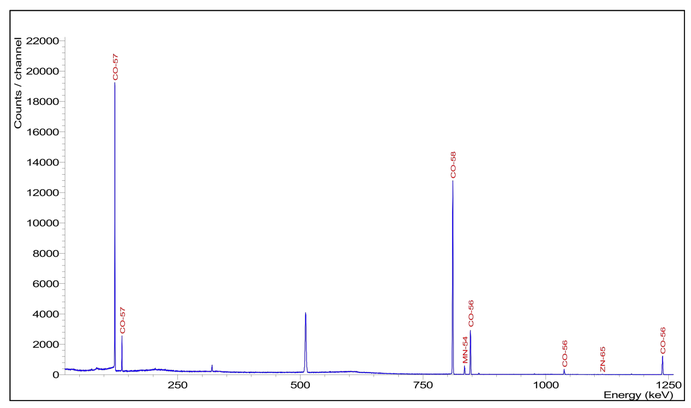


L'analisi spettrometrica è stata effettuata su una cartuccia filtrante appartenente ad un sistema radiochimico automatizzato (GE Health Care Design). La cartuccia è stata isolata in un fusto contenente rifiuti solidi per cui è stata dichiarata la contaminazione da ^{18}F. L'analisi quantitativa è stata condotta tramite modellazione numerica basata su codice Monte Carlo (software WinnerTrack, InterWinner 7.0).

L'analisi evidenzia la presenza di radionuclidi da attivazione a vita medio-lunga rispetto al ^{18}F. La quasi totalità dell'attività riscontrata (>98%) è attribuibile agli isotopi del cobalto, ovvero ^{58}Co ($T_{1/2}$=71d), ^{57}Co ($T_{1/2}$=272d), ^{56}Co ($T_{1/2}$=77d).

Radionuclide	Bq
^{58}Co	4100 ± 400
^{57}Co	1000 ± 100
^{56}Co	970 ± 92
^{54}Mn	178 ± 18
^{65}Zn	11 ± 4



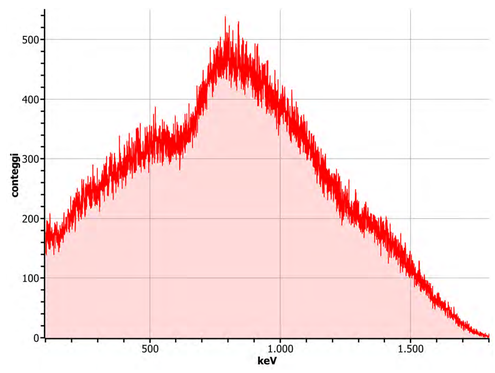


Premesso che i target per la produzione ^{18}F possono essere realizzati in Havar (lega di Co, Cr, Fe, Ni, W, Mo, Mn, C, Be), risulta ragionevole supporre che i radionuclidi riscontrati siano dovuti all'attivazione di tali elementi che vengono quindi intrappolati e concentrati dalle cartucce filtranti come quella analizzata.

VIAL CONTENENTE SORGENTE DI ^{68}Ge/^{68}Ga

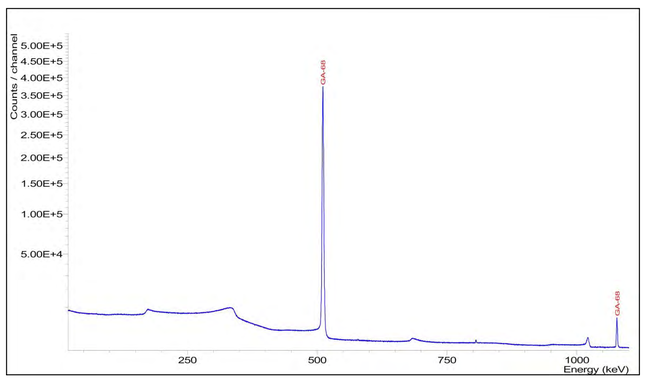
Tale sorgente è stata erroneamente smaltita con i rifiuti radioattivi con $T_{1/2}$<75d senza considerare la presenza di ^{68}Ge ($T_{1/2}$=271d), dando luogo ad un'anomalia riscontrata al momento dei controlli strumentali effettuati prima dello smaltimento in ambiente.

Tale anomalia è facilmente riscontrabile rilevando l'intensa emissione gamma a 511keV (yield del 178%) prodotta dall'annichilimento dei β+ generati dal decadimento del ^{68}Ga. L'analisi quantitativa è stata condotta in scintillazione liquida previo controllo tramite spettrometria gamma dell'assenza di gamma interferenti.

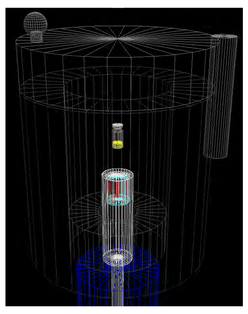


Radionuclide	kBq
^{68}Ga	510 ± 45

L'analisi conferma la presenza di ^{68}Ga in equilibrio con il genitore ^{68}Ge, l'attività totale risulta maggiore di 500 kBq, con una concentrazione pari a circa 106 kBq/g di analita.



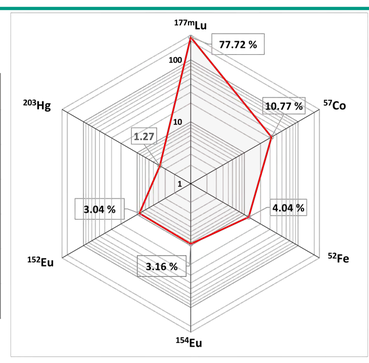
VIAL CONTENENTE SORGENTE DI ^{177}Lu



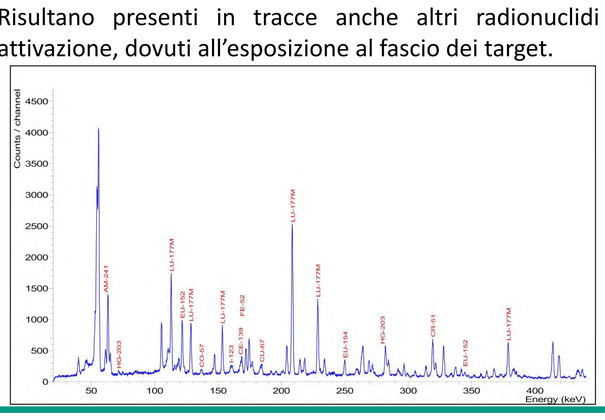
Il ^{177}Lu ($T_{1/2}$=6,6d) può essere prodotto su bersagli di lutezio metallico arricchito in ^{176}Lu (^{176}Lu(*n,γ*)^{177}Lu). La principale problematica è la formazione dal ^{176}Lu anche di ^{177m}Lu ($T_{1/2}$=160d). Tale impurità produce anomalie radiometriche riscontrate al momento dei controlli strumentali effettuati prima dello smaltimento in ambiente.

L'analisi quantitativa è stata condotta tramite modellazione numerica basata su codice Monte Carlo.

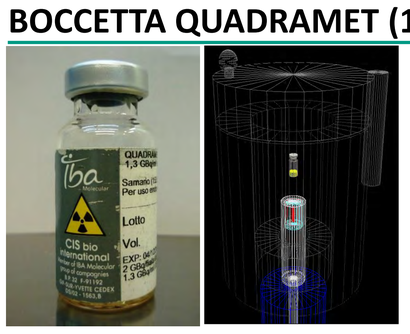
Radionuclide	Bq
^{177m}Lu	230 ± 20
^{57}Co	32 ± 4
^{52}Fe	12 ± 2
^{154}Eu	9.4 ± 1.8
^{152}Eu	9.1 ± 2.1
^{203}Hg	3.8 ± 1.5



L'attività totale è dovuta principalmente al ^{177m}Lu (77%). Risultano presenti in tracce anche altri radionuclidi da attivazione, dovuti all'esposizione al fascio dei target.



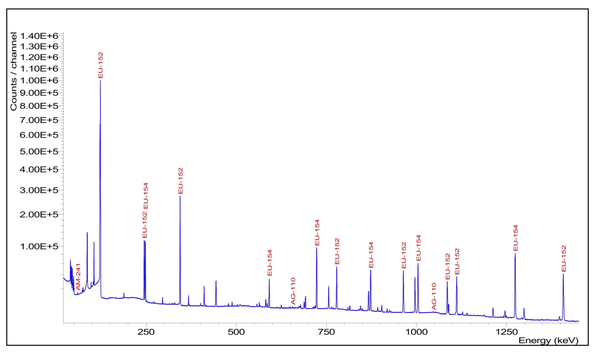
BOCCETTA QUADRAMET (1.3 GBq^{153}Sm)



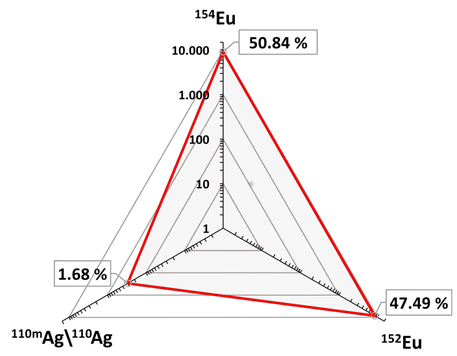
Il ^{153}Sm è impiegato nel trattamento degli osteosarcomi e delle metastasi ossee ed è prodotto per cattura elettronica su ^{152}Sm. La parte attiva del radiofarmaco Quadramet è costituita da lexidronam pentasodico INN. Queste boccette sono facilmente identificabili tra i rifiuti che si avviano a smaltimento in ambiente e producono intense anomalie radiometriche qualora contengano ancora parte del radiofarmaco anche in minima quantità.

Vista la favorevole geometria offerta dal campione, la vial è stata misurata tal quale, posizionandola a 75 mm dal naso del rivelatore.

Radionuclide	Bq
^{154}Eu	9100 ± 900
^{152}Eu	8500 ± 840
^{110m}Ag/^{110}Ag	300 ± 45



L'analisi mostra la preponderante presenza di ^{154}Eu e ^{152}Eu, prodotti secondo le reazioni ^{151}Eu (n, γ)^{152}Eu, ^{153}Eu (n, γ)^{154}Eu con tracce di ^{110m}Ag ($T_{1/2}$=250d), in equilibrio secolare con il ^{110}Ag ($T_{1/2}$=24s). La concentrazione di tali isotopi varia in funzione della durata di irradiazione dei target in ossido di samario utilizzato per la produzione del radiofarmaco.



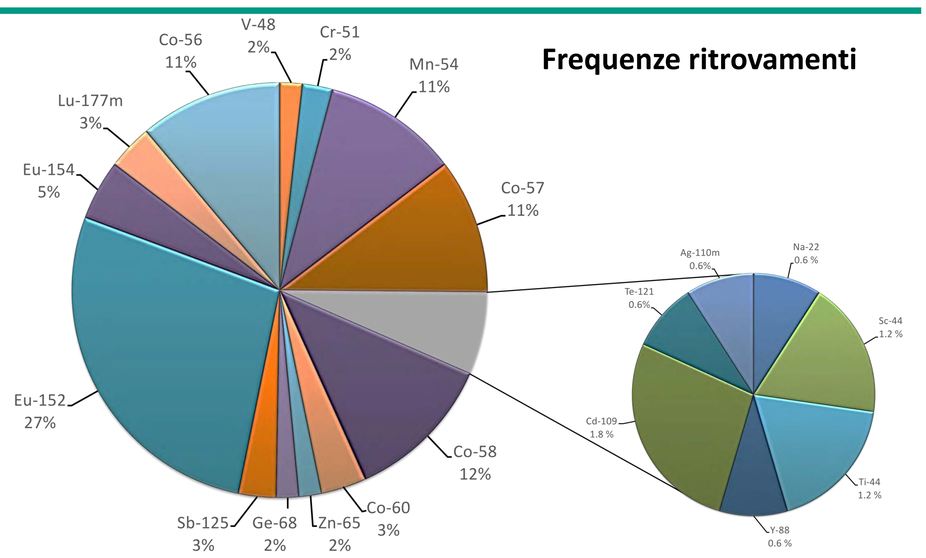
CONCLUSIONI

Dalle analisi condotte nei laboratori Campoverde si è dedotto che le anomalie radiometriche sono causate generalmente da una delle seguenti situazioni:

- contaminazioni residue da radionuclidi a lunga emivita presenti come radioimpurità legate alla composizione chimica dei target utilizzati per la produzione di radionuclidi;
- presenza di serie di decadimento di cui si considera erroneamente solo la progenie o comunque l'elemento della serie con $T_{1/2}$ minore.

A queste anomalie si devono aggiungere anche i casi in cui il produttore del rifiuto abbia erroneamente sottostimato l'attività del radionuclide, che quindi impiegherà un tempo maggiore per soddisfare le condizioni necessarie per il rilascio in ambiente. Si ritiene dunque che sia indispensabile:

- attuare una collaborazione tra tutti i soggetti coinvolti, dalla produzione dei rifiuti radioattivi al loro smaltimento, affinché si giunga ad una corretta gestione degli stessi;
- rendere edotti i soggetti coinvolti sulla possibile presenza di radioimpurità a medio-lunga emivita che possono essere presenti nei rifiuti radioattivi prodotti;
- Caratterizzare, in maniera più puntuale possibile, i rifiuti prodotti dall'attività di manutenzione degli acceleratori nell'ottica di uno smaltimento ottimale.



Convegno Nazionale AIRP di Radioprotezione "Sorgenti di radiazioni: dai modelli alle misure"