

INAF/IASF Bologna	STUDIO DEL DEGRADO DELLE PRESTAZIONI DI RIVELATORI In//CdTe//Pt	<i>Ref: R P452</i> <i>Issue: 1</i> <i>page: 1/9</i>
------------------------------------	--	---

Studio del degrado delle prestazioni di rivelatori In//CdTe//Pt

Natalia Auricchio^{1,2}, Ariano Donati², Ezio Caroli²

Rapporto Interno IASF/BO n. 452/2006
(*Novembre 2006*)

Affiliazione

⁽¹⁾ Dipartimento di Fisica-Università di Ferrara

⁽²⁾ INAF/IASF-Bologna

Indice

1. INTRODUZIONE
2. OBIETTIVI
3. SET-UP SPERIMENTALE
4. ANALISI
5. CONCLUSIONI

<i>IASF-INAF Bologna</i>	STUDIO DEL DEGRADO DELLE PRESTAZIONI DI RIVELATORI IN//CdTe//PT	<i>Ref: R P Issue: 1 page: 2/9</i>
------------------------------	--	--

1. INTRODUZIONE

Presso il laboratorio Stato Solido dell'IASF- Sezione di Bologna è stata eseguita la caratterizzazione di un rivelatore di CdTe (number code 6) di dimensioni 10 mm x 10 mm x 1 mm della ditta ACORAD avente il catodo di Platino e l'anodo di Indio, fornito da Adriano Cola dell'IMM/CNR – Sez. di Lecce. Non è stato possibile caratterizzare il rivelatore n. 8 poiché il contatto di un elettrodo non era collegato.

Scopo del presente rapporto interno è di illustrare i risultati dei test effettuati.

2. OBIETTIVI

I test sono stati eseguiti con lo scopo di determinare il comportamento (in questo caso il degrado) del rivelatore al passare del tempo in un campo di radiazione.

3. SET-UP SPERIMENTALE

Il rivelatore è stato irraggiato con due sorgenti radioattive (^{241}Am e ^{57}Co) aventi una diversa profondità media d'interazione (dipendente dall'energia) in modo da illuminare la zona centrale del rivelatore (vedi figura 1). L'irraggiamento è stato effettuato sia attraverso il catodo sia attraverso l'anodo.

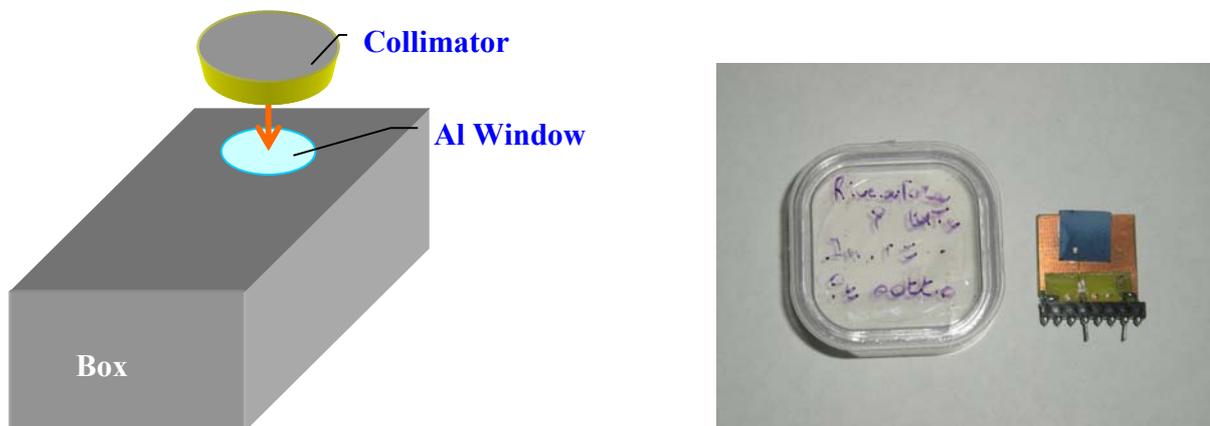


Figura 1. Set-up sperimentale impiegato nelle misure: a sinistra, il box contenente il rivelatore è dotato di una finestra che permette l'irraggiamento del rivelatore mostrato nella fotografia a destra.

È stato verificato l'accoppiamento con diversi tipi di preamplificatore:

- 1) **Cremat** (vedi figura 2), che è stato scartato poiché dopo 3 ore il rivelatore perdeva le proprie performances spettroscopiche, come si può notare in figura 3 dove la degradazione temporale è molto veloce (FWHM del picco dell'impulsore = 7.62 keV);
- 2) **eV-Products**, scartato poiché gli spettri della sorgente di ^{57}Co e ^{241}Am (figura 4) sono scadenti (FWHM del picco dell'impulsore = 2.25 keV);
- 3) **Clear Pulse Co**, Japan, il modello del preamplificatore di carica che ha prodotto i risultati migliori è il CS507 (FWHM del picco dell'impulsore = 2.18 keV).

La catena elettronica di readout impiegata nelle misure è costituita da moduli NIM standard:

- ✓ un amplificatore Silena; gain 500x 1.25, shaping time 0.5 μ s;
- ✓ un linear gate and stretcher;
- ✓ un analizzatore multicanale MCA Aptec 3000.

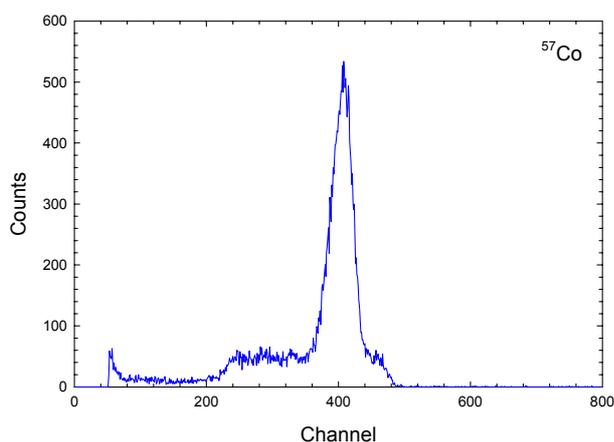


Figura 2. Spettro del ^{57}Co , acquisito con il preamplificatore di carica Cremat.

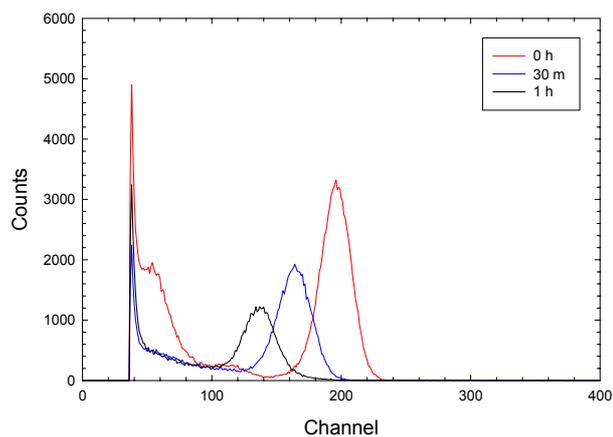


Figura 3. Degrado temporale del ^{241}Am .

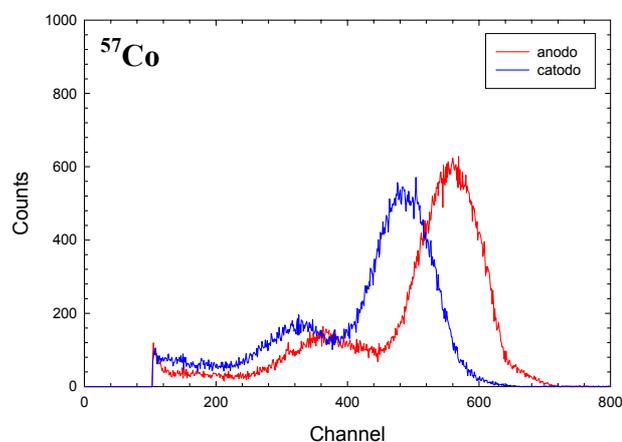
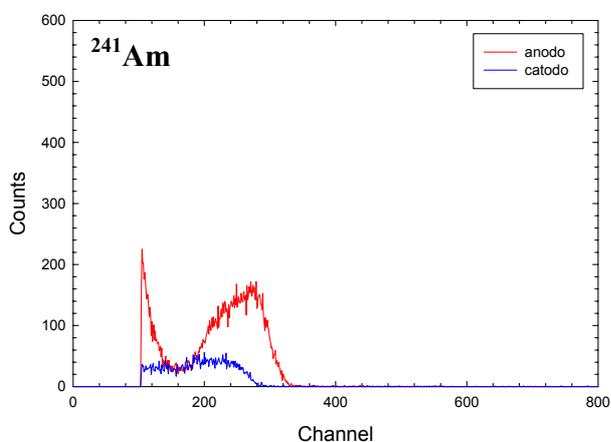


Figura 4. Spettri delle sorgenti di ^{241}Am (a sinistra) e del ^{57}Co (a destra), acquisiti con il preamplificatore di carica eV-Products.

Il tempo d'acquisizione delle misure è stato fissato in 200 secondi in modo da avere una buona statistica di conteggi ma non il degrado dello spettro. La tensione d'alimentazione è di 500 V fornita in circa 60 s e l'acquisizione delle misure è iniziata immediatamente dopo aver alimentato il rivelatore. Gli spettri, riportati nelle figure seguenti, sono stati acquisiti circa ogni 30 minuti. Il rivelatore è, quindi, stato spento e tenuto a riposo durante la notte. Le misure sono state eseguite seguendo tale metodo.

Sono state acquisite le caratteristiche tensione-corrente: a 500 Volt $I = 38$ nA.

^{57}Co

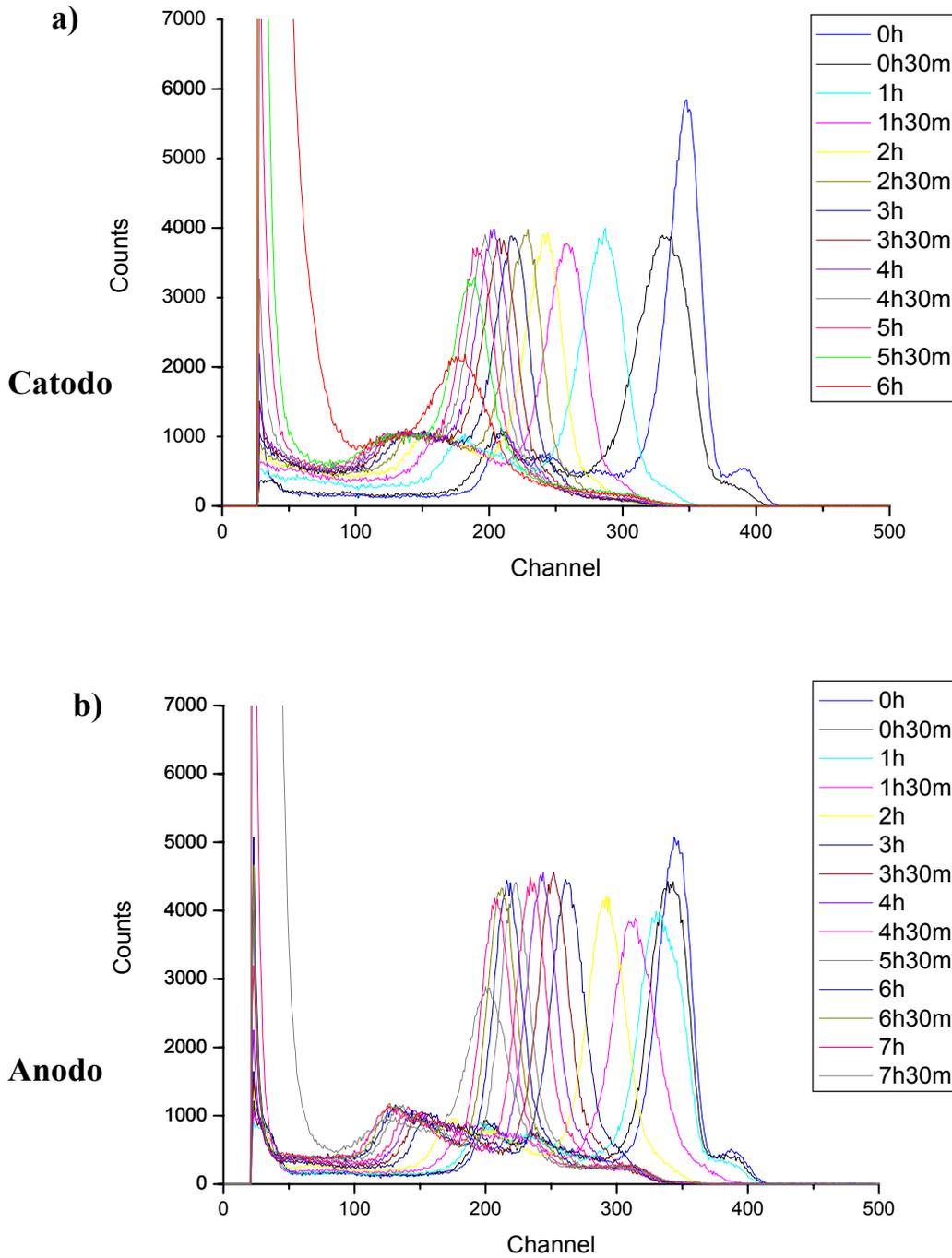


Figura 5. Spettri del ^{57}Co acquisiti al passare del tempo, ottenuti irraggiando il rivelatore dal lato del catodo (a) e dell'anodo (b).

^{241}Am

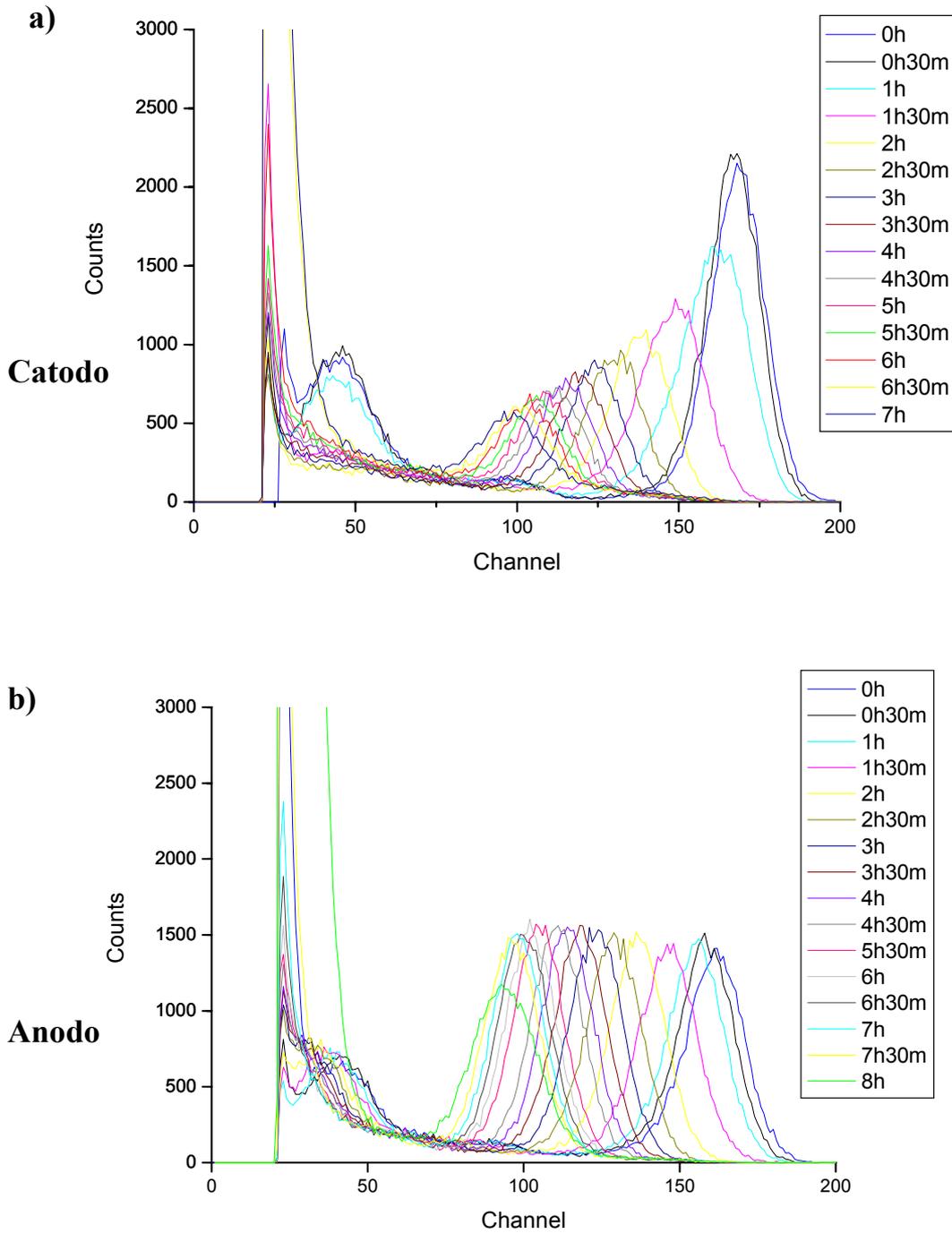


Figura 6. Spettri del ^{241}Am acquisiti al passare del tempo, ottenuti irraggiando il rivelatore dal lato del catodo (a) e dell'anodo (b).

4. ANALISI

Il comportamento del rivelatore n. 6 è il seguente:

^{241}Am \Rightarrow irraggiando dall'anodo la posizione del centroide diminuisce, ma lo spettro mantiene le sue caratteristiche; dopo 6 ore lo spettro presenta la stessa altezza in conteggi ma il centroide ha perso circa 70 canali. Dopo le sei ore incominciano a diminuire i conteggi e dopo le 8 ore quest'effetto è più evidente. Si può notare un aumento della corrente di fuga. Se irraggio dal catodo ho un diverso comportamento, dopo 1 ora il fotopicco diminuisce sia in altezza che ampiezza. Dopo 6 ore aumenta la corrente di fuga.

^{57}Co \Rightarrow irraggiando dall'anodo la posizione del centroide diminuisce, ma lo spettro mantiene le sue caratteristiche, tranne che nella fase iniziale. Dopo 7 ore e 30 minuti lo spettro si degrada ed aumenta la corrente di fuga, mentre dopo 6 ore lo spettro non cambia drasticamente come avviene irraggiandolo dal catodo.

Ho eseguito il fit del fotopicco a 60 e 122 keV con una gaussiana + gmg, ottenendo la posizione del centroide, la risoluzione energetica e l'area sottesa dal fotopicco alle due energie fino a 6 ore. Di seguito ho riportato l'andamento del centroide in funzione del tempo per il cobalto e l'americio.

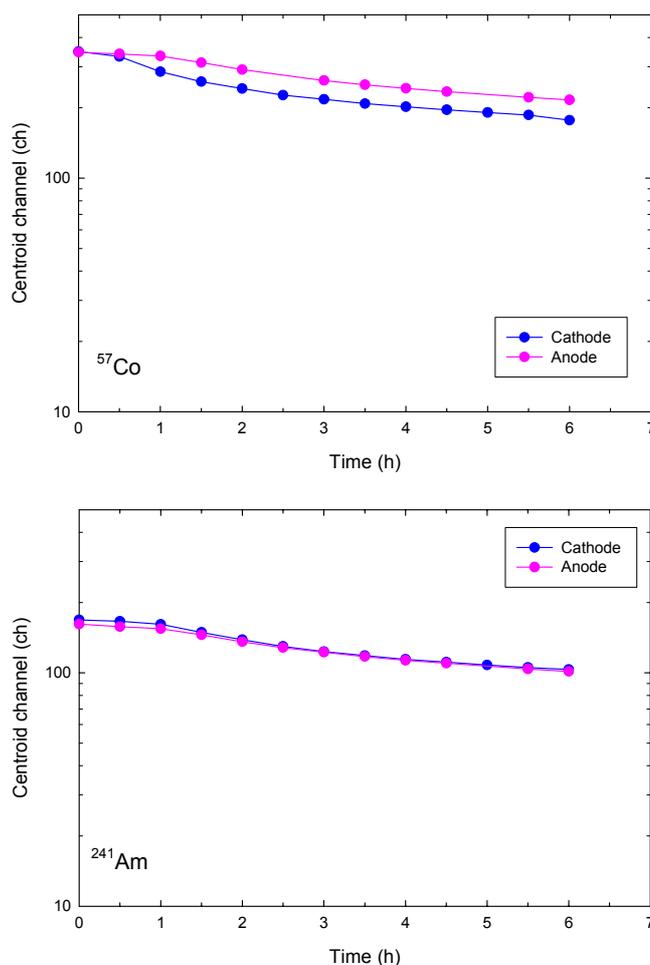


Figura 7. Andamento del centroide (parametro in relazione con la Charge Collection Efficiency) in funzione del tempo, calcolato a 122 keV (sopra) e a 60 keV (sotto).

Il decadimento è di tipo esponenziale. Se irraggio con fotoni di bassa energia (americio) dal catodo e dall'anodo raccolgo la stessa quantità di carica, poiché raccolgo sempre gli elettroni, ma le lacune non sono raccolte dopo 6 ore perché non è presente il campo elettrico. Nelle prime ore, infatti, la carica raccolta è più elevata poiché raccolgo la carica totale, sia elettroni che lacune, le quali sono raccolte sempre poiché il campo elettrico è elevato e lo spessore ridotto, poi con il passare delle ore raccolgo meno lacune perché il campo elettrico si sposta dal catodo all'anodo, mentre raccolgo sempre lo stesso numero di elettroni. È presente un leggero aumento nella carica totale raccolta nella prima ora irraggiando il catodo poiché le lacune, in questo caso sono raccolte tutte grazie al minor tragitto che devono percorrere rispetto allo spessore da attraversare quando l'irraggiamento avviene dalla parte dell'anodo. Se irraggio con fotoni di media energia, nei primi 30 minuti raccolgo la carica totale, poi la CCE diminuisce, maggiormente se illumino il catodo, per la maggiore distanza che devono percorrere le lacune. Non ho riportato l'andamento della risoluzione energetica poiché non è un obiettivo del lavoro.

Per quanto riguarda l'efficienza ho calcolato l'integrale di ogni fotopicco ed ho normalizzato rispetto all'area dello spettro iniziale ottenuto irraggiando il catodo, dove ho l'altezza massima dello spettro. Le ordinate sono in scala logaritmica.

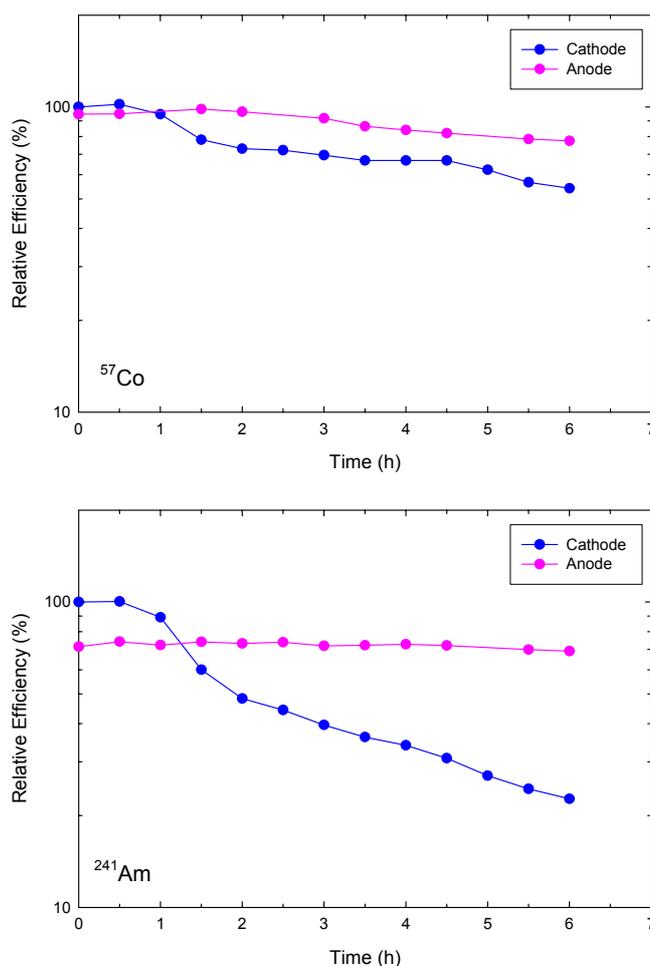


Figura 8. Andamento dell'efficienza relativa in funzione del tempo, calcolata a 122 keV (sopra) e a 60 keV (sotto).

Si può notare che irraggiando l'anodo con il Cobalto l'efficienza diminuisce di circa il 20% dopo 6 ore, mentre la variazione è del 45% se l'irraggiamento avviene attraverso il catodo. Per quanto riguarda i fotoni di 60 keV d'energia la variazione che si ottiene irraggiando l'anodo è trascurabile (3%), mentre è particolarmente evidente il degrado subito dagli spettri dopo 6 ore (77%) quando il rivelatore viene irraggiato dalla parte del catodo. Un modo alternativo per mettere in evidenza il degrado temporale subito dalle prestazioni del rivelatore è il seguente (tipo di irraggiamento, catodo o anodo, con le due sorgenti):

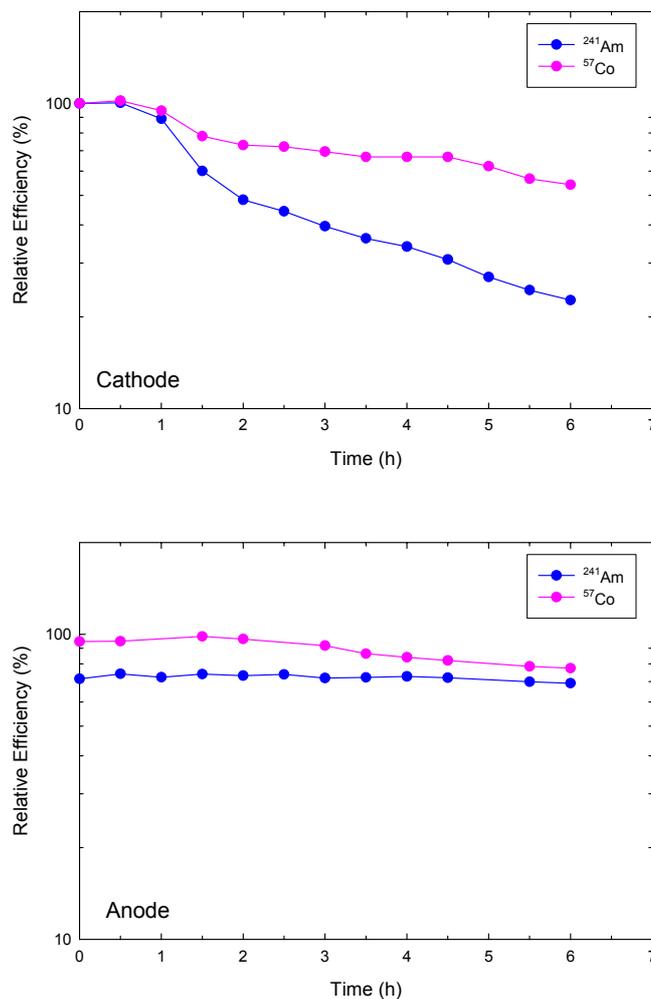


Figura 9. Andamento dell'efficienza relativa in funzione del tempo, calcolata irraggiando il rivelatore dal lato del catodo (sopra) e dal lato dell'anodo (sotto).

5. CONCLUSIONI

Possiamo concludere che tali risultati sembrano supportare le misure effettuate a Lecce, secondo cui il campo elettrico con il passare del tempo è confinato sotto l'anodo, diventando trascurabile vicino al catodo, infatti l'efficienza rimane costante se irraggiamo l'anodo con l'americio, mentre

<i>IASF-INAF</i> <i>Bologna</i>	STUDIO DEL DEGRADO DELLE PRESTAZIONI DI RIVELATORI IN//CdTe//PT	<i>Ref: R P</i> <i>Issue: 1</i> <i>page: 9/9</i>
--	--	--

diminuisce se irraggiamo il catodo dove diventa trascurabile il campo elettrico. Se utilizziamo il cobalto, la cui profondità d'interazione è maggiore abbiamo una leggera diminuzione dell'efficienza irraggiando l'anodo, poiché l'interazione avviene in una zona più vicina al catodo, dove il campo elettrico diventa più debole e una minor variazione rispetto all'americio se irradiamo dal catodo, sempre perché l'interazione è più spostata verso l'anodo, dove il campo elettrico è più intenso.