

DOCUMENT TYPE: PROCEDURE DOCUMENT

TITLE: TEST PLAN PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE BARRE CsI PFM DI MCAL

DOCUMENT Ref. No.: AGILE-ITE-PR-003 **N° OF PAGES:** i-v, 12
IASF Report n. 401/04

ISSUE No.: 1.0 **DATE:** 05/11/2004

PREPARED BY: C. LABANTI, F. FUSCHINO, A. MAURI, E. ROSSI,
M. TRIFOGLIO, J. B. STEPHEN, F. GIANOTTI, A.
BULGARELLI

CHECKED BY: C. LABANTI

SUBSYSTEM MANAGER: C. LABANTI

APPROVED BY:

SUBSYSTEM LEADER: G. DI COCCO **DATE:**

PROJECT LEADER: M. TAVANI **DATE:**

PROGRAM MANAGER: **DATE:**

PAPM: A. BERNABEO **DATE:**

CONFIGURATION: **DATE:**

SOMMARIO

INTRODUZIONE	1
DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	2
1. CALIBRAZIONE DELLA CATENA ELETTRONICA.....	3
1.1 ESECUZIONE DELLE MISURE	3
1.2 ACCUMULO DELLO SPETTRO	4
1.3 CALCOLO DI OFFSET E GAIN.....	4
2. SPETTRI CON AM-241.....	6
2.1 ESECUZIONE DELLE MISURE	7
2.2 ACCUMULO DELLO SPETTRO	7
2.3 CALCOLO DEL GUADAGNO IN ELETTRONI/CH	7
3. SPETTRI CON NA-22.....	8
3.1 ESECUZIONE DELLE MISURE	9
3.2 PROCEDURA DI FILTRAGGIO DEI DATI	10
3.3 ACCUMULO DELLO SPETTRO	10
3.4 CALCOLO USCITA LUCE E ATTENUAZIONE	11
3.4.1 <i>Uscita Luce</i>	11
3.4.2 <i>Attenuazione luce</i>	11
3.4.3 <i>Archiviazione dei risultati</i>	11

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-1: Fit lineare dei dati della calibrazione fatta con impulsatore. Il parametro a rappresenta l'offset della misura in canali, il parametro b rappresenta il guadagno in canali/mV.....	5
Figura 1-2: Ingrandimento della Figura 1-1, che mette in evidenza l'offset a della misura.....	5
Figura 2-1: Posizionamento della sorgente di Am-241 rispetto alle barre.....	6
Figura 2-2: Spettro ottenuto con sorgente Am-241, il centroide del picco a 60 keV è circa al canale 200.....	6
Figura 3-1: Disegno schematico del collimatore di altezza 10 cm.....	8
Figura 3-2: Spettro della sorgente Na-22 vista da PD. Il picco intorno al canale 300 corrisponde a fotoni di energia 1275 keV, il picco intorno al canale 120 corrisponde a fotoni di energia 511 keV.....	9
Figura 3-3: Andamento dell'attenuazione della luce nella barra per distanze sorgente-PD comprese tra 5 e 20 cm.	Errore. Il segnalibro non è definito.

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1-1: Impostazione dei valori di tensione da applicare in uscita dall'impulsatore.....	3
Tabella 3-1: Posizioni di misura lungo la barra della sorgente radioattiva.....	8
Tabella 3-2: Tempi di acquisizione per diversi tipi di sorgenti.....	9

INTRODUZIONE

Scopo di questo documento è la definizione delle procedure per la caratterizzazione delle barre di volo del Minicalorimetro di Agile, in termini di Uscita Luce e di Attenuazione della luce lungo la barra.

Le misure devono essere eseguite individualmente su ogni lato della barra utilizzando il Test Equipment (TE) delle barre.

L'ambiente dovrà essere controllato in temperatura ($\pm 1^\circ\text{C}$ (TBC)), in rumorosità EM etc.

La catena elettronica per il condizionamento dei segnali composta da 16 canali, che farà parte integrante del TE delle barre sarà composta da:

- Un preamplificatore (PA) di carica per ogni canale, con noise di 850 e⁻ rms max (potrà essere utilizzato il pre-amp finale di AGILE-MCAL).
- Un amplificatore formatore per ogni canale con le stesse caratteristiche di formazione del segnale (in particolar modo il peaking time) del sistema elettronico MCAL di AGILE.
- Un Multi Channel Analyzer (MCA) con data acquisition etc.
- SW di analisi.
- Impulsatore e capacità campioni per iniezione di carica nel PA.

Le procedure indicate nei capitoli 1 e 2 riportati di seguito (Calibrazione della catena elettronica in termini di offset e gain, e calibrazione della scala del multicanale in elettroni/ch con sorgente di Am-241) vanno ripetuti una tantum in quanto non dipendono dalle barre, ma dalle caratteristiche dell'elettronica utilizzata.

Nomenclatura:

USCITA LUCE: determinare quanto segnale, in e⁻, è prodotto all'ingresso dei pre-amp per un rilascio di E nota in posizione nota nel cristallo.

ATTENUAZIONE DELLA LUCE: determinare come varia l'andamento del segnale prodotto all'ingresso del pre-amp per un rilascio di E nota in varie posizioni lungo il cristallo.

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] C. Labanti, "Agile MCAL subsystem specification", TESRE, AGILE-ITE-SS-002,
- [2] M.Trifoglio, F.Gianotti, J.B.Stephen, "User Software Requirements of the LABEN CAL-CsI-Bars Host Computer for the AGILE PFM Minicalorimeter", AGILE-ITE-SR-010, Issue 01, November 2004, CNR IASF-Bologna.

1. CALIBRAZIONE DELLA CATENA ELETTRONICA

Scopo di questa misura è calcolare offset e guadagno di ciascuno dei 16 canali della catena elettronica di misura.

- Con i PD collegati, vengono generati in successione 5 picchi con impulsore impostando, ad esempio, la tensione di picco degli impulsi sui valori illustrati in Tabella 1-1.
- Gli spettri relativi vengono raccolti attraverso il TE barre.
- Per effettuare la misura deve essere inserita una capacità campione calibrata di valore noto sull'ingresso di test del PA.
- Il tempo di misura deve essere scelto in modo tale da avere circa 3000 conteggi sotto il picco.

Una richiesta di precisione di ~1% nel calcolo del guadagno e dell'offset implica una precisione di qualche per mille sulla posizione dei picchi. Per ogni impulso di carica in ingresso con circa 3000 conteggi per picco si ottiene la precisione richiesta; anche con una frequenza dell'impulsore di 1000 Hz il tempo di misura è molto limitato.

V out=100 mV, Attenuazioni:	x50	x20	x10	x5	x2
Tensioni in uscita dall'impulsore (mV):	2	5	10	20	50

Tabella 1-1: Impostazione dei valori di tensione da applicare in uscita dall'impulsore.

1.1 ESECUZIONE DELLE MISURE

L'operatore deve eventualmente modificare le informazioni relative alla configurazione sotto test (ID Barra, ID PD,) già definita precedentemente, per aggiornarle alla situazione corrente.

Il SW chiede all'operatore le informazioni specifiche della misura, che aggiunte alle altre descrivono completamente il set up e verranno inviate alla Science Console all'inizio della misura con il TM HK Configuration Packet (vedi sezione A.3.4 di [2]).

Fra queste figurano:

- a) Il valore della capacità campione (in pF);
- b) Il valore di tensione impostato sull'impulsore (mV) e la relativa attenuazione.

Per ciascun picco, verrà effettuata una misura distinta identificata da un numero progressivo (RUN ID).

Durante la misura, il SW mostrerà lo spettro in accumulo in modalità Quick Look.

I dati acquisiti verranno automaticamente salvati in formato raw ed in formato FITS (event lists), e identificati dal RUN ID incluso nel nome dei files. Nell'header del file FITS verranno salvati anche i dati di configurazione.

1.2 ACCUMULO DELLO SPETTRO

Al termine della misura, per ciascun picco, mediante il numero di RUN ID fornito dall'operatore, il SW recupererà automaticamente i dati FITS archiviati e farà all'operatore il display dello spettro accumulato, sul quale andrà selezionata l'area contenente il picco allo scopo di ottenere:

- Numero di conteggi degli eventi contenuti nell'area;
- Adattamento del picco con una curva gaussiana, da cui calcolare:
 - o Centroide del picco (posizione del picco);
 - o Numero di conteggi del canale di picco;
 - o Sigma della gaussiana;

Al termine delle operazioni, l'operatore comanderà l'archiviazione dello spettro accumulato e, dei relativi parametri calcolati (posizione e sigma) .

Il nome del file sarà determinato automaticamente dal software e conterrà:

- ID della catena elettronica
- Valore di attenuazione o Am (nel caso della misura con Am - vedi sotto).

Es. 03_02.fit (catena ID 03, attenuazione x2), 03_am.fit (catena ID 03, misura con Am).

Per ciascuna combinazione viene mantenuta solo l'ultima versione del file, perché in caso di ripetizione i vecchi file vengono sostituiti con i nuovi.

1.3 CALCOLO DI OFFSET E GAIN

Per ciascun canale della catena elettronica, una volta ottenuti i file di fit dei picchi di Tabella 1-1 (**minimo 2**), l'operatore utilizzerà il SW per calcolare automaticamente l'offset ed il gain.

A tale scopo, il SW richiederà lo ID della catena elettronica.

Per effettuare il calcolo di offset e gain i dati vengono disposti su di un grafico mV-ch (un tipico esempio viene riportato in Figura 1-1), dove sull'asse delle ascisse sono indicati i valori di tensione del segnale in uscita dall'impulsatore, mentre sull'asse delle ordinate sono indicati i valori dei centroidi dei picchi espressi in canali.

Per interpretare i dati, il SW effettua il fit lineare col metodo dei minimi quadrati per ottenere:

- L'**offset** della misura (intersezione della retta con l'asse y, vedi Figura 1-2), che risulta essere il valore in canali corrispondente ad un segnale in ingresso di 0.
- Il **guadagno** della misura, che è dato dalla pendenza della retta misurata in ch/mV.
- Il **guadagno** della misura in e-/ch, solo se è stata trovata anche la misura con Am (vedi sezione 2.3).

I risultati del calcolo verranno salvati in un file il cui nome sarà determinato automaticamente dal software e conterrà:

- ID della catena elettronica.

Es. 03.cal (catena ID 03)

Per ciascuna catena viene mantenuta solo l'ultima versione del file.

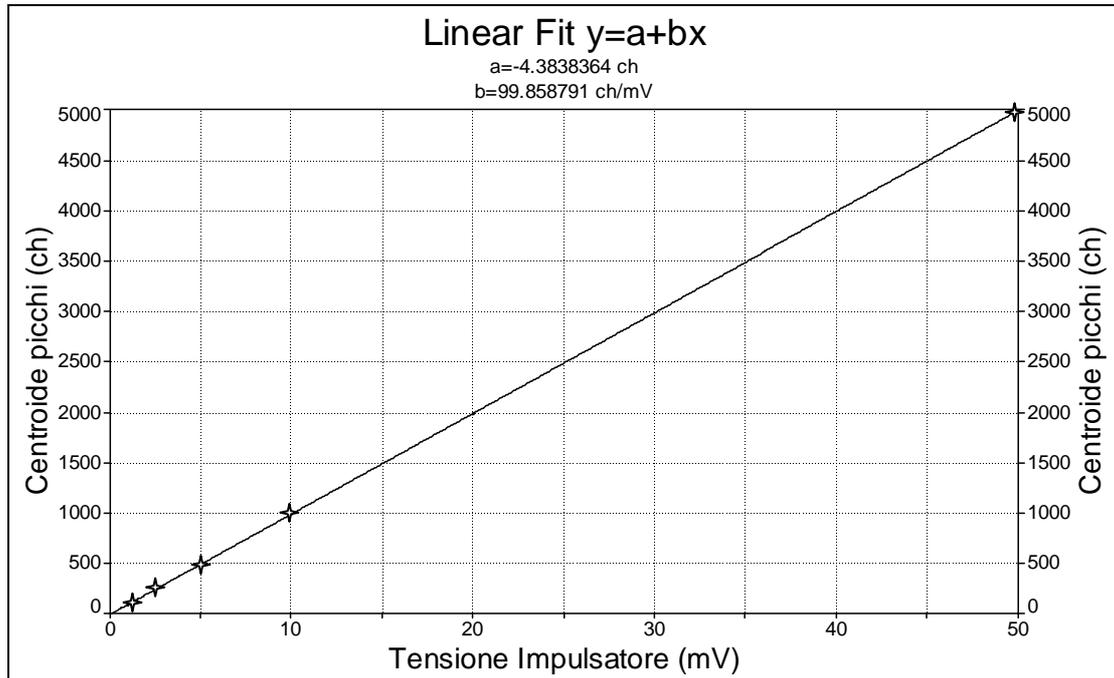


Figura 1-1: Fit lineare dei dati della calibrazione fatta con impulsatore. Il parametro a rappresenta l'offset della misura in canali, il parametro b rappresenta il guadagno in canali/mV.

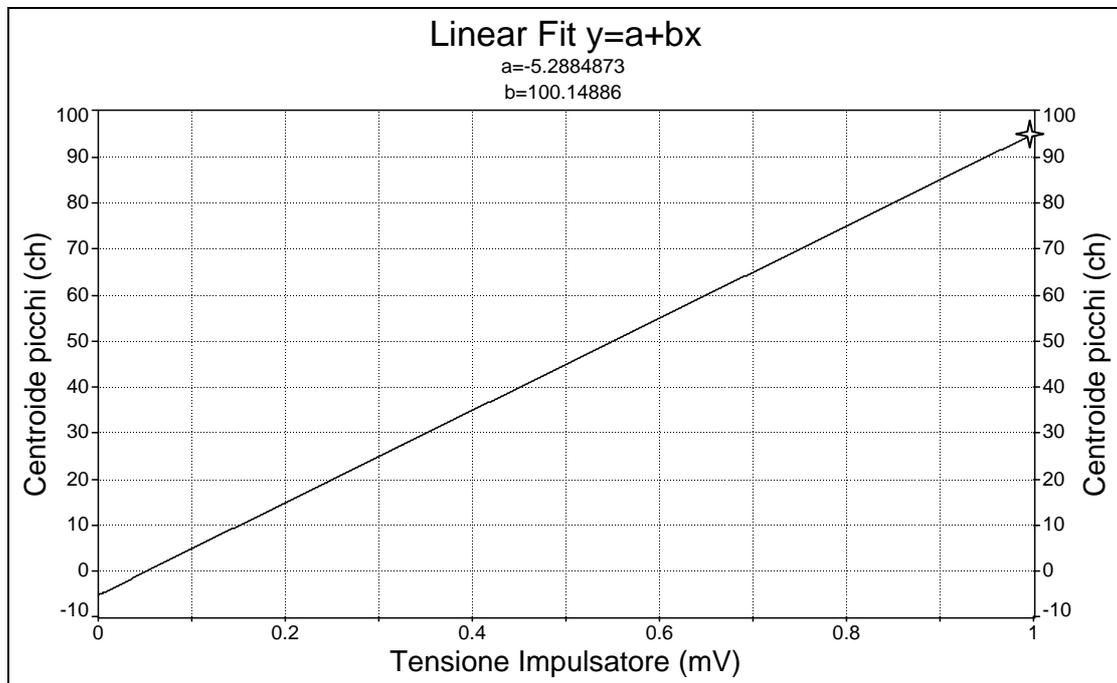


Figura 1-2: Ingrandimento della Figura 1-1, che mette in evidenza l'offset a della misura.

2. SPETTRI CON AM-241

Lo scopo di questa misura è di calibrare i 16 canali dell'elettronica di Front-End del TE in e⁻/ch in modo assoluto.

Il guadagno del sistema sarà regolato in modo da avere ~ 7 canali FWHM sul picco a 60 keV.

La sorgente non collimata sarà posta ad un max di 5 cm dai PD (vedi Figura 2-1).

Per la precisione voluta si richiedono ~ 3000 colpi sotto il picco a 60 keV (vedi Figura 2-2).

Si stima che con una sorgente da 10 µCi sono necessari circa 5000 secondi di acquisizione.

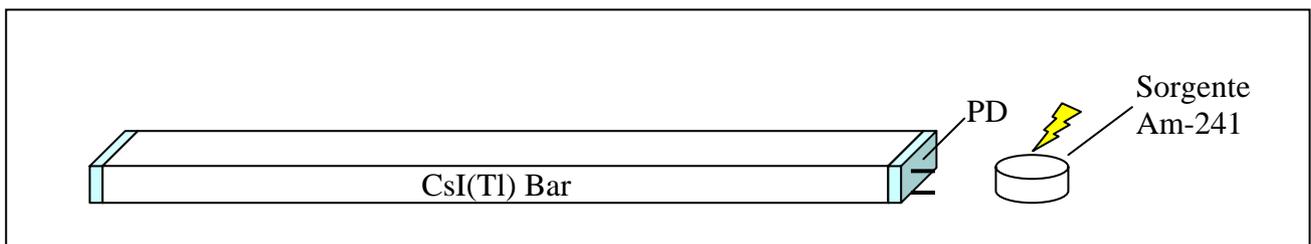


Figura 2-1: Posizionamento della sorgente di Am-241 rispetto alle barre.

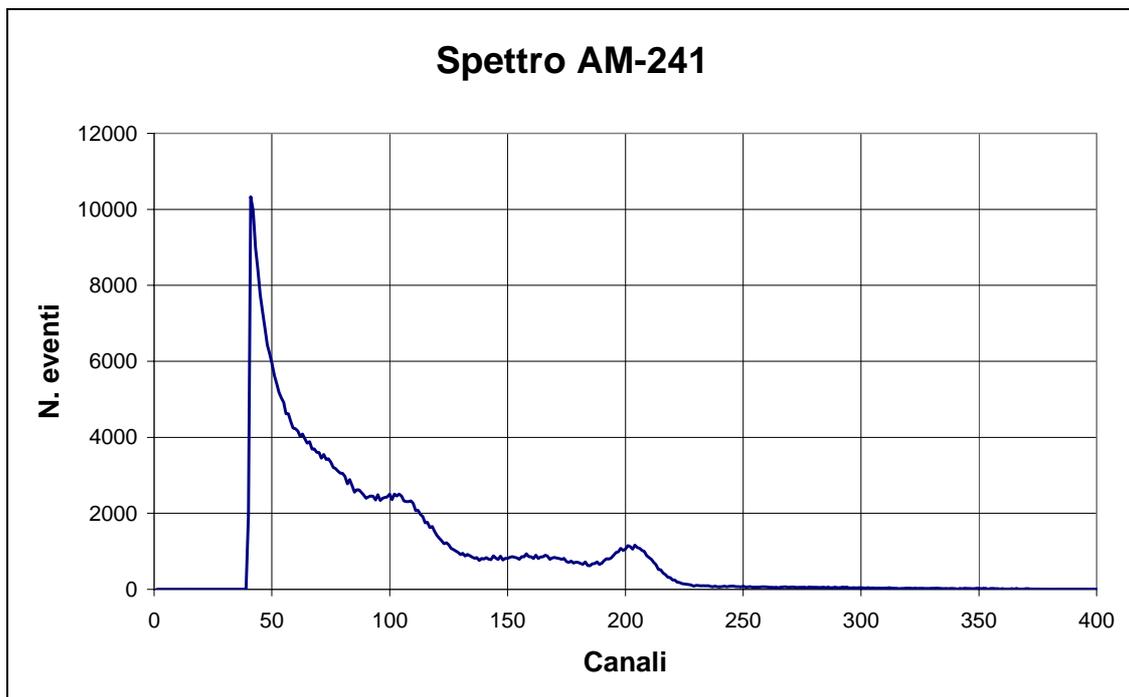


Figura 2-2: Spettro ottenuto con sorgente Am-241, il centroide del picco a 60 keV è circa al canale 200.

2.1 ESECUZIONE DELLE MISURE

Vedi sezione 1.1.

2.2 ACCUMULO DELLO SPETTRO

Vedi sezione 1.2.

2.3 CALCOLO DEL GUADAGNO IN ELETTRONI/CH

Per ciascun canale dell'elettronica, una volta ottenuto lo spettro con la sorgente Am-241, l'operatore utilizzerà il SW per calcolare automaticamente il guadagno della catena in e⁻/ch.

A tale scopo, il SW richiederà lo ID della catena elettronica.

Il calcolo del guadagno assoluto della catena in e⁻/ch viene effettuato automaticamente dal SW attraverso una serie di operazioni.

L'energia dei fotoni incidenti sul substrato di Silicio del PD è di 59.5 keV. Considerando che viene generato 1 elettrone ogni 3.62 eV, il numero di elettroni generati nell'interazione è:

$$\frac{59500}{3.62} = 16400 \text{ e}^-$$

Per calibrare la scala in elettroni/ch si applica la seguente relazione:

$$gain_{Am} = \frac{(ctr_{Am} - offset)}{16400}$$

Dove:

gain_{Am} = È il guadagno della scala in e⁻/ch.

ctr_{Am} = È il valore, in canali, del centroide del picco dell'Am-241 a 60 keV (vedi paragrafo 2.2).
Per ottenere questo valore il SW richiederà il RUN ID della misura di Americio.

Offset = Il valore di offset della catena elettronica viene preso dal file precedentemente salvato (vedi paragrafo 1.3). Per ottenere questo valore il SW richiederà il nome del file FITS di riferimento.

Una volta ottenuto il valore del gain della catena in e⁻/ch, questo viene salvato come indicato in sezione 1.3.

3. SPETTRI CON Na-22

Una sorgente di Na-22 è collimata per produrre uno spot di 2 x 50 mm² che illumini un lato di 2 o 4 barre (vedi Figura 3-1, sorgente con 2 barre).

- Lo spot della sorgente viene posizionato inizialmente a 1 cm dal PD.
- Vengono raccolti gli spettri visti da entrambi i PD delle barre (vedi Figura 3-2).
- Il SW di analisi utilizza i dati ottenuti dalla calibrazione assoluta descritta nei capitoli 1 e 2 ed il centroide di picchi della sorgente per ricavare l'uscita luce in e⁻. Questo valore è usato per l'accettazione della barra.
- Si ripete lo stesso procedimento progressivamente ad intervalli di diversi cm, per distanze dal PD crescenti come mostrato in Tabella 3-1 (TBC).
- Il procedimento viene ripetuto sia prima che dopo la sistemazione delle barre all'interno dell'housing.

Le misure pre-housing servono a verificare che la disuniformità dell'uscita luce in prossimità dei PD non sia superiore al 5% del valore stimato dalla curva di attenuazione complessiva (effetto ad uncino vino al PD).

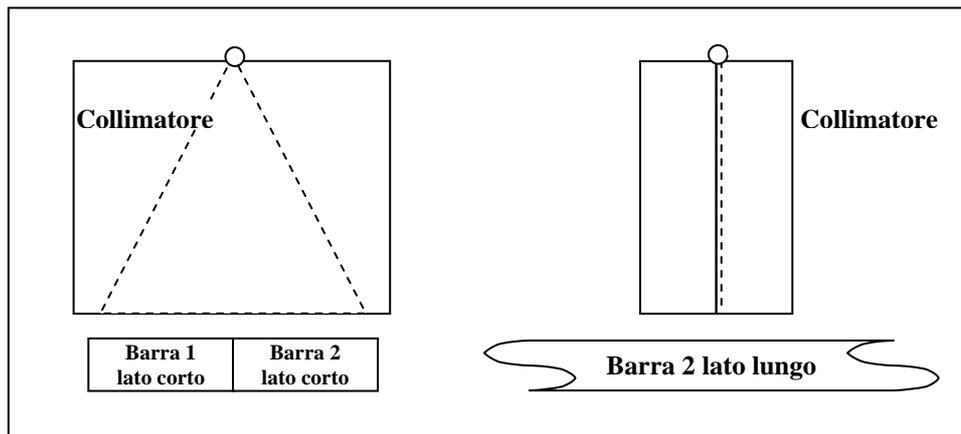


Figura 3-1: Disegno schematico del collimatore di altezza 10 cm.

Misure barre prima dell'housing										
Distanza sorgente radioattiva – PD_A (cm)										
1	4	7	18.75	30.5	33.5	36.5				
Misure barre nell'housing										
Distanza sorgente radioattiva – PD_A (cm)										
1	4	7	10	14	18.75	23.5	27.5	30.5	33.5	36.5

Tabella 3-1: Posizioni di misura lungo la barra della sorgente radioattiva.

La sorgente utilizzata (Na-22) fornisce un picco a 1275 keV.

Per avere una precisione nella uscita luce di ~ 1 % e' sufficiente avere una precisione di alcuni per mille nella posizione del picco che richiede circa 7000 colpi misurati sotto il picco.

Con una sorgente da 10 μCi collimata secondo lo schema di Figura 3-1, sono necessari tempi di acquisizione, in secondi, stimati in Tabella 3-2.

Questi tempi saranno utilizzati sia prima che dopo la sistemazione delle barre nell'housing.

Sorgente	Half life (giorni)	Tempo di misura per picco (sec)	
		511 keV	1275 keV
Na-22	951	1200	5000

Tabella 3-2: Tempi di acquisizione per diversi tipi di sorgenti.

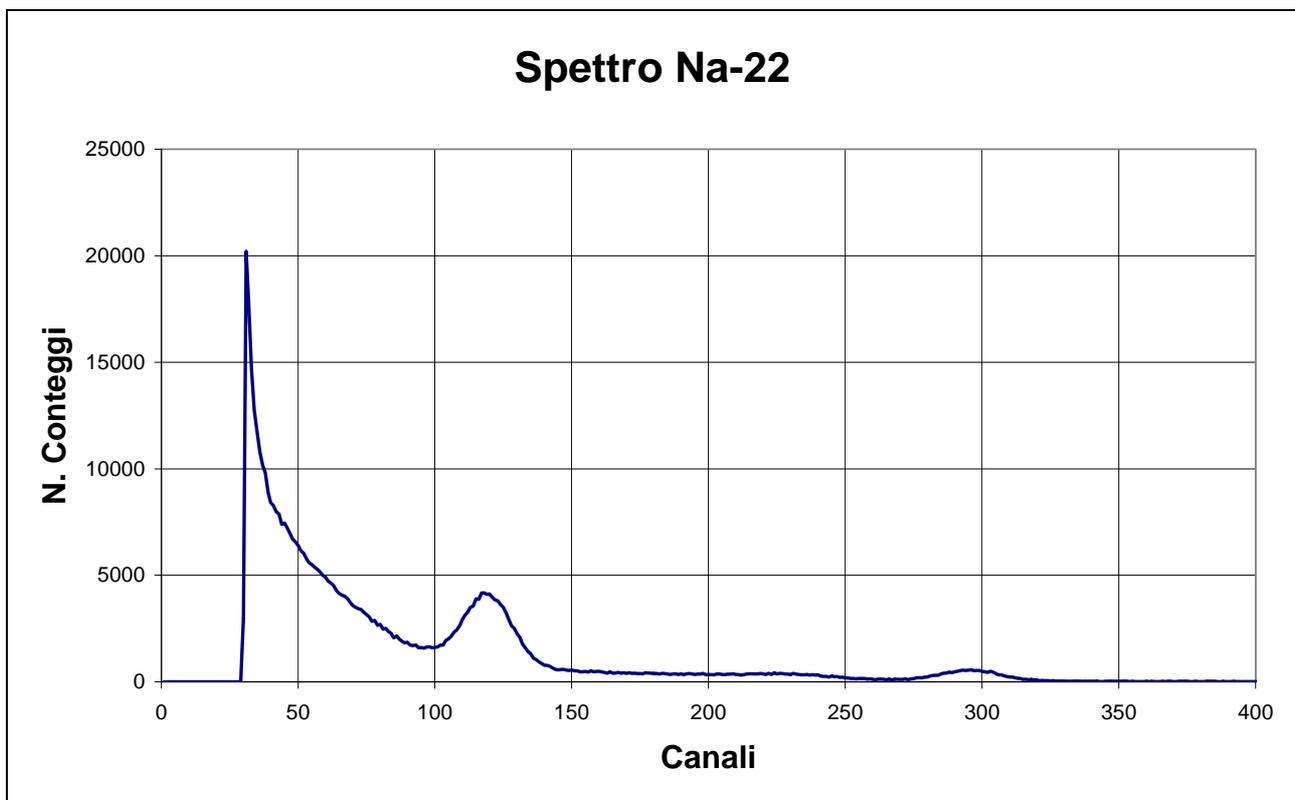


Figura 3-2: Spettro della sorgente Na-22 vista da PD. Il picco intorno al canale 300 corrisponde a fotoni di energia 1275 keV, il picco intorno al canale 120 corrisponde a fotoni di energia 511 keV.

3.1 ESECUZIONE DELLE MISURE

L'operatore deve eventualmente modificare le informazioni relative alla configurazione sotto test (ID Barra, ID PD,) già definita precedentemente, per aggiornarle alla situazione corrente.

Il SW chiede all'operatore le informazioni specifiche della misura, che aggiunte alle altre descrivono completamente il set up e verranno inviate alla Science Console all'inizio della misura con il TM HK Configuration Packet (vedi sezione A.3.4 di [2]).

Per ciascuna posizione verrà effettuata una misura distinta identificata da un numero progressivo (RUN ID).

Durante la misura, il SW mostrerà lo spettro in accumulo sul PD selezionato in modalità Quick Look.

I dati acquisiti verranno automaticamente salvati in formato raw ed in formato FITS (event lists), e identificati dal RUN ID incluso nel nome dei files. Nell'header del file FITS verranno salvati anche i dati di configurazione.

3.2 PROCEDURA DI FILTRAGGIO DEI DATI

Al termine della misura, per ciascuna posizione della sorgente il SW lancerà la procedura di filtraggio dei dati.

Tale procedura non farà altro che recuperare le event lists, memorizzate nel file FITS relativo, eliminando tutti i conteggi "di fondo" che corrispondono a zone diverse rispetto a quelle della sorgente.

La procedura produrrà un file di output, per ogni posizione, che potrà essere identificato grazie al suffisso "_out" inserito nel nome del file.

3.3 ACCUMULO DELLO SPETTRO

Al termine della procedura di filtraggio, per ciascuna posizione della sorgente rispetto al PD e mediante il relativo RUN ID fornito dall'operatore, il SW automaticamente recupererà i dati FITS filtrati e archiviati e farà all'operatore il display dello spettro accumulato.

Sullo spettro l'operatore selezionerà l'area contenente il picco a 1275 keV (sorgente Na-22) allo scopo di ottenere:

- Numero di conteggi degli eventi contenuti nell'area;
- Adattamento del picco con una curva gaussiana, da cui calcolare:
 - o Centroide del picco (posizione del picco);
 - o Numero di conteggi del canale di picco;
 - o Sigma della gaussiana;

Al termine delle operazioni, l'operatore comanderà l'archiviazione dello spettro accumulato e dei relativi parametri calcolati (posizione e sigma).

Automaticamente il sw scriverà nel anche i valori di offset e gain usati.

Il nome del file sarà determinato automaticamente dal software e conterrà:

- ID della barra
- ID della catena elettronica
- Posizione in mm

Es. 05_03_200.fit (bar ID 05, catena ID 03, 200 mm).

Per ciascuna combinazione viene mantenuta solo l'ultima versione del file.

3.4 CALCOLO USCITA LUCE E ATTENUAZIONE

3.4.1 USCITA LUCE

Per ciascuna posizione della sorgente, una volta ottenuto lo spettro, l'operatore utilizzerà il SW per calcolare automaticamente l'uscita luce in e⁻/keV.

A tale scopo, il SW richiederà il numero identificativo della barra e il numero identificativo della catena elettronica della misura fatta con Na-22.

Per il calcolo dell'uscita luce la relazione utilizzata è la seguente:

$$1) LO = \frac{(ctr_{Na} - offset)}{1275} gain_{Am}$$

LO = Uscita luce (Light Output) della barra misurata in una data posizione;

ctr_{Na} = Centroide del picco della sorgente di Na-22 a 1275 keV;

Una volta calcolata l'uscita luce, questa viene scritta aggiunta all'header del file FITS contenente lo spettro della misura (descritto al paragrafo 3.2).

3.4.2 ATTENUAZIONE LUCE

Per il calcolo dell'attenuazione della luce su tutta la lunghezza della barra, il SW chiede il RUN ID dei picchi relativi alle misure con distanza sorgente-PD.(4 misure, vedi Tabella 3-1).

I dati vengono graficati mettendo:

- In ascissa il valore in cm della distanza della sorgente dal PD.
- In ordinata i valori delle uscite luce misurate.

I dati ottenuti per una distanza sorgente-PD vengono fittati con una legge esponenziale del tipo:

$$LO = LO_{1cm} \exp(-\alpha \cdot x)$$

Dove:

LO = Uscita luce della barra con sorgente nella posizione misurata.

LO_{1cm} = Uscita luce della barra con sorgente a 1 cm dal PD.

α = Coefficiente di attenuazione della luce nella barra (in cm⁻¹).

x = Distanza della sorgente dal PD.

3.4.3 ARCHIVIAZIONE DEI RISULTATI

Al termine delle operazioni, l'operatore comanderà l'archiviazione dei dati di uscita luce, posizione sorgente e attenuazione calcolati.

Il nome del file sarà determinato automaticamente dal software e conterrà:

- ID della barra
- ID della catena elettronica

Es. 05_03.chr (bar ID 05, catena ID 03).

Per ciascuna combinazione viene mantenuta solo l'ultima versione del file.

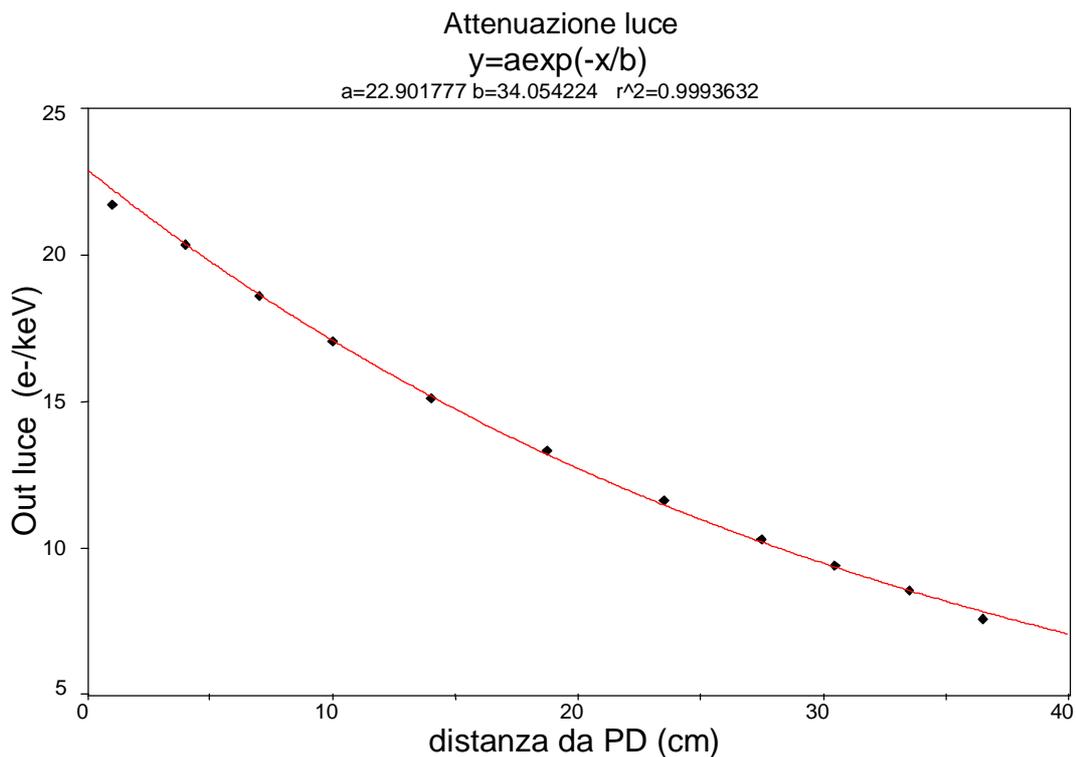


Figura 3-3: Andamento dell'attenuazione della luce lungo tutta la barra