

# International Cosmic Days 2023

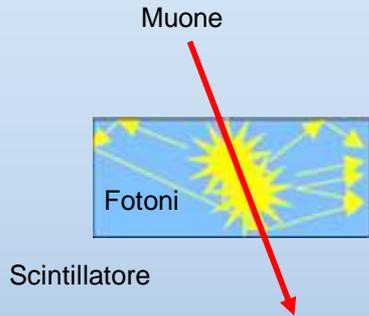
## Cosmic Ray Cube



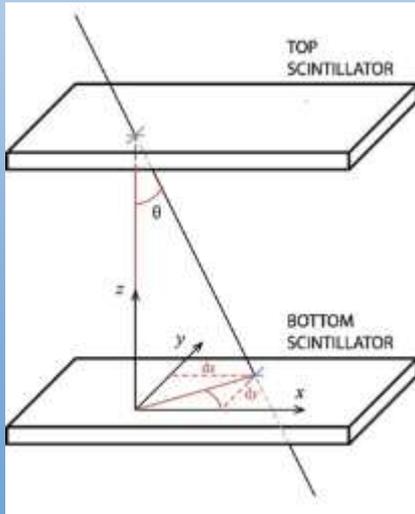


**Come riusciamo a “vedere” i muoni?**

# Scintillatori

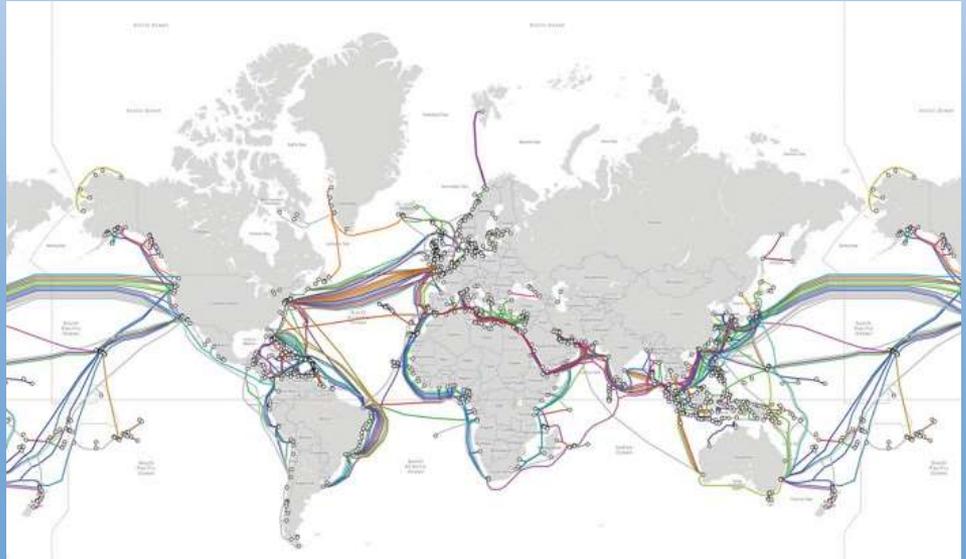
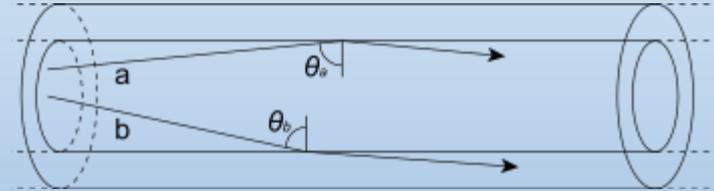


- La **scintillazione** è un fenomeno fisico in cui un materiale emette luce visibile o ultravioletta dopo essere stato eccitato da una particella carica o da un fotone.
- Una particella carica che attraversa uno scintillatore plastico **cede** parte della propria **energia**. Tale energia viene convertita in luce all'interno dello scintillatore.
- Gli scintillatori sono trasparenti alla luce che emettono per scintillazione
- Utilizzando più scintillatori è possibile “misurare” il **percorso** della particella.



# Fibre ottiche

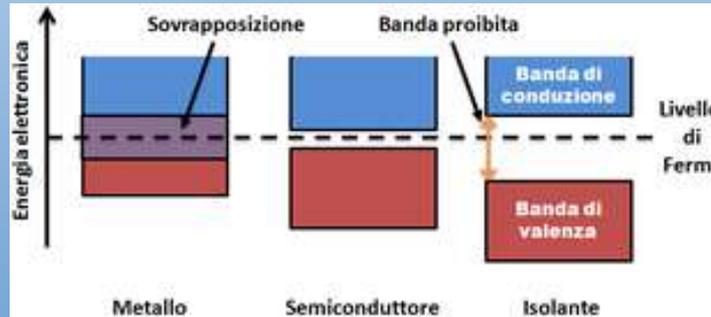
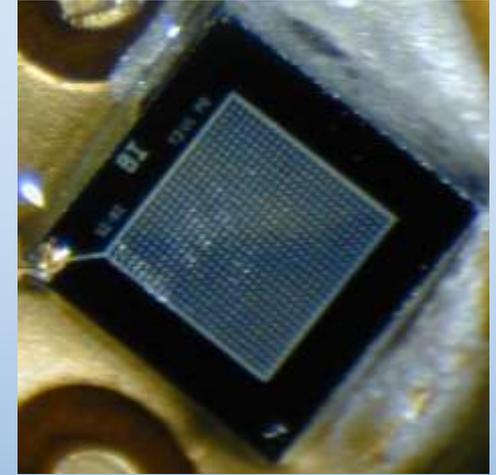
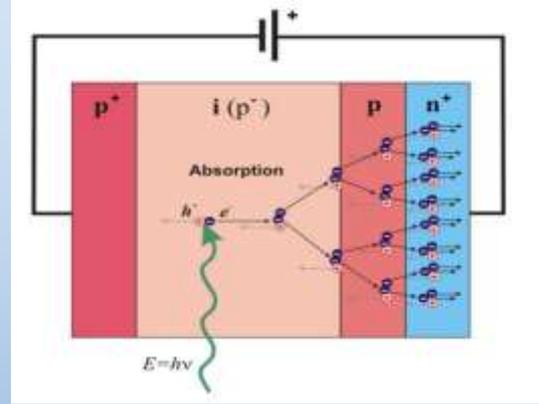
- Portano la luce alle estremità in modo che possa essere letta da dei dispositivi (SiPM).
- Spostano la lunghezza d'onda della luce di scintillazione (tipicamente il blu) verso lunghezze d'onda che sono adeguate alla sensibilità del sensore che andrà a "leggere" la luce (tipicamente il verde).
- **Riflessione totale interna**, per cui la luce rimane intrappolata finché questa mantiene un angolo abbastanza radente.



**Come possiamo utilizzare la luce  
prodotta dagli scintillatori?**

# SiPM (Silicon Photomultiplier)

- Sono matrici di rivelatori basati su **semiconduttori** e **diodi**.
- Il **diodo semplice** è un componente elettronico la cui funzione ideale è quella di permettere il flusso di corrente elettrica in un verso e di bloccarla quasi totalmente nell'altro.
- I **semiconduttori** sono materiali che hanno resistività intermedia tra i metalli e gli isolanti. Nei semiconduttori la conduttività elettronica è dovuta al passaggio di alcuni elettroni dalla banda di valenza alla banda di conduzione. Alcuni esempi sono il silicio (Si) e il germanio (Ge).
- I SiPM **trasformano** segnali luminosi in segnali elettrici.

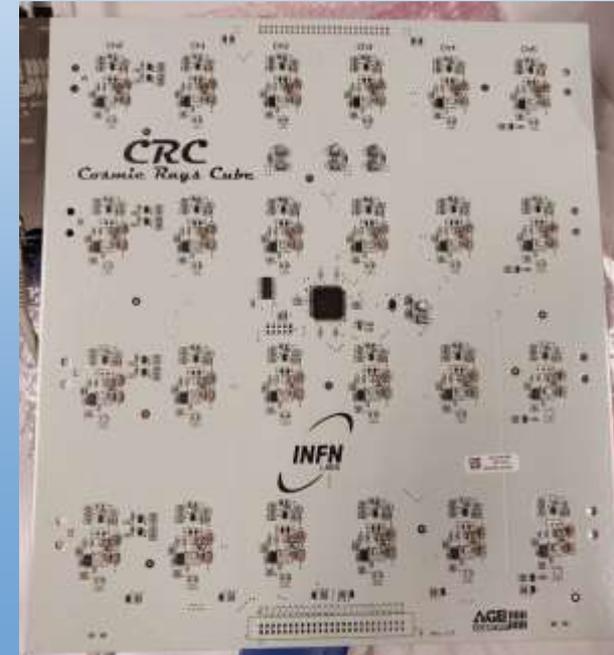
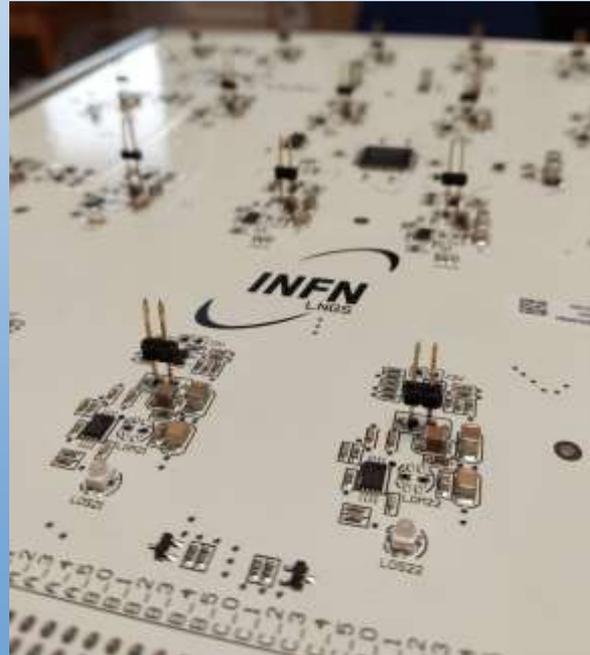
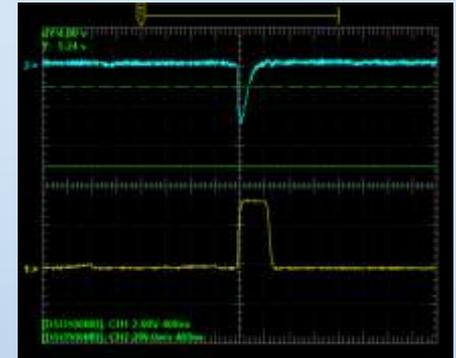
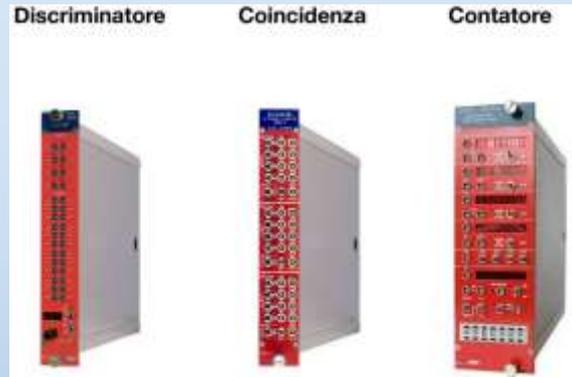


**Come possiamo rendere questi  
segnali utilizzabili?**

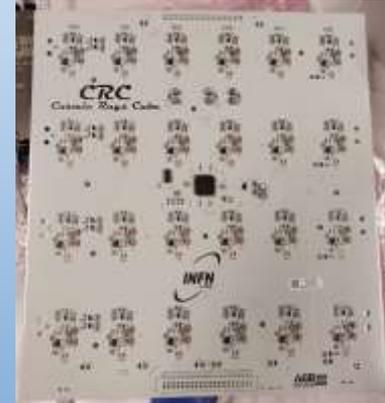
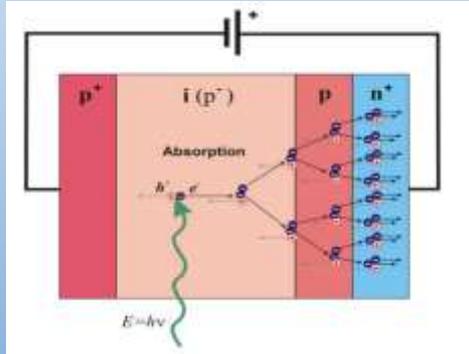
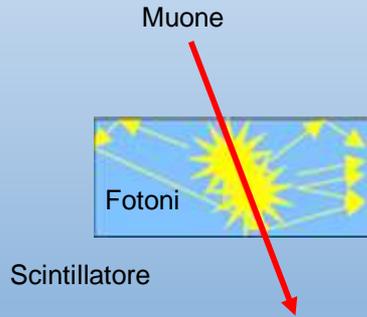
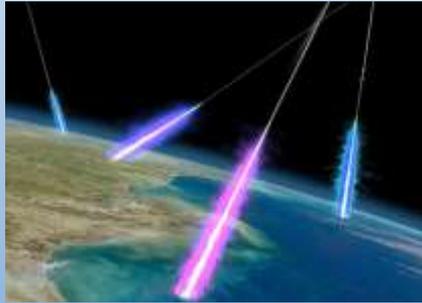
# Elettronica

Permette di:

- Selezionare solo segnali che superano una certa **soglia**.
- Selezionare solo segnali che arrivano circa nello stesso istante su più scintillatori, in **coincidenza**.
- Contare il **numero** di eventi.



# Procedimento completo



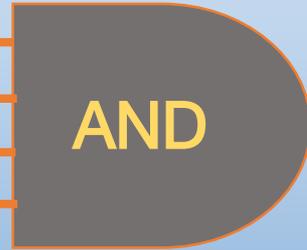
# Cosmic Ray Cube

# Assemblaggio

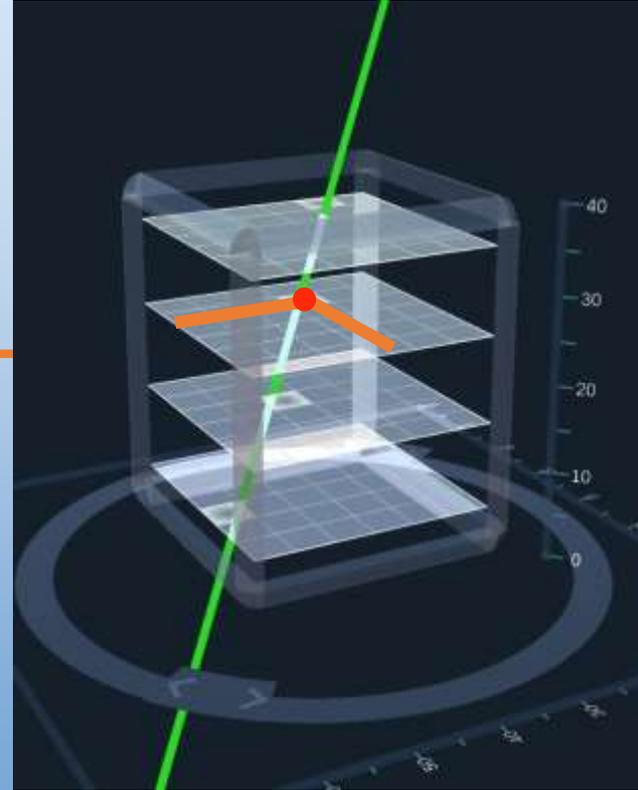
- Inserire le fibre negli scintillatori.
- Accoppiare gli scintillatori con i SiPM e inserirli nei supporti.
- Appoggiare due supporti uno sopra l'altro ortogonalmente e posizionarli nel cubo (4 piani totali).
- Collegare le schede di elettronica ai piani



# Funzionamento

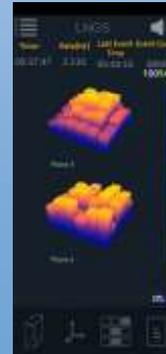
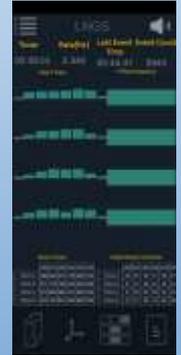
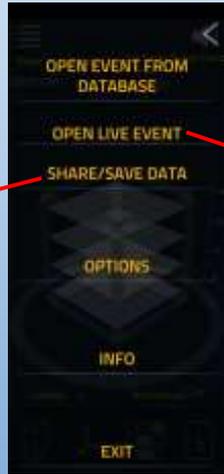


INPUT		OUTPUT
A	B	A AND B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1





# L'applicazione "Cosmic Rays Live"



# Visualizzazione

Distribuzioni degli angoli di arrivo dei muoni

Proiezioni sui piani X, Y e Z dell'evento

Informazioni tra cui il numero di eventi per minuto



Ricostruzione 3D dell'evento

Frequenze e numero di eventi misurati dai piani e dai canali

Somma di tutti gli eventi per piano

Grazie per l'attenzione

