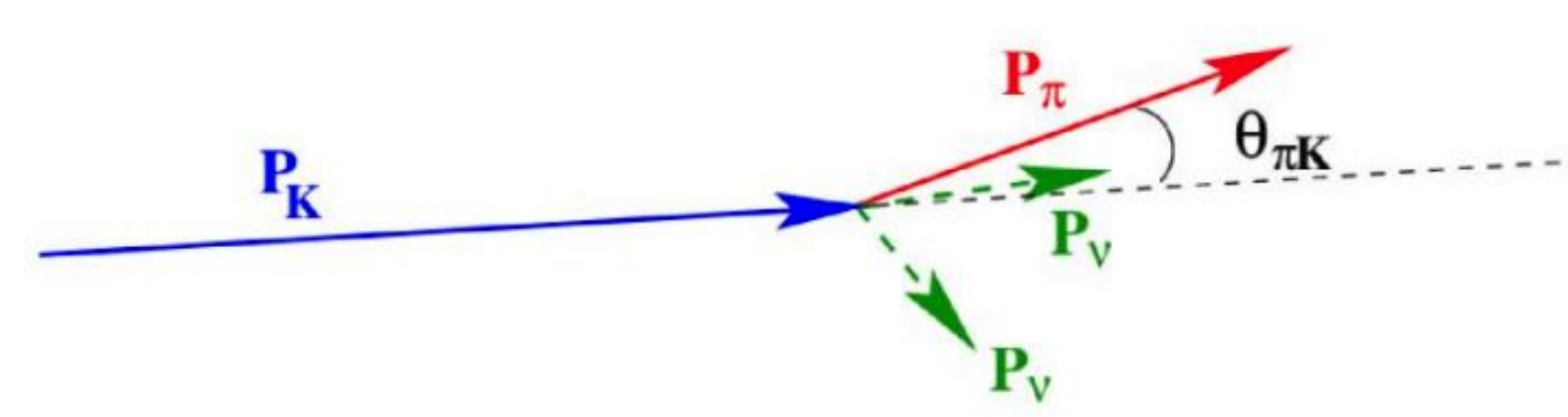
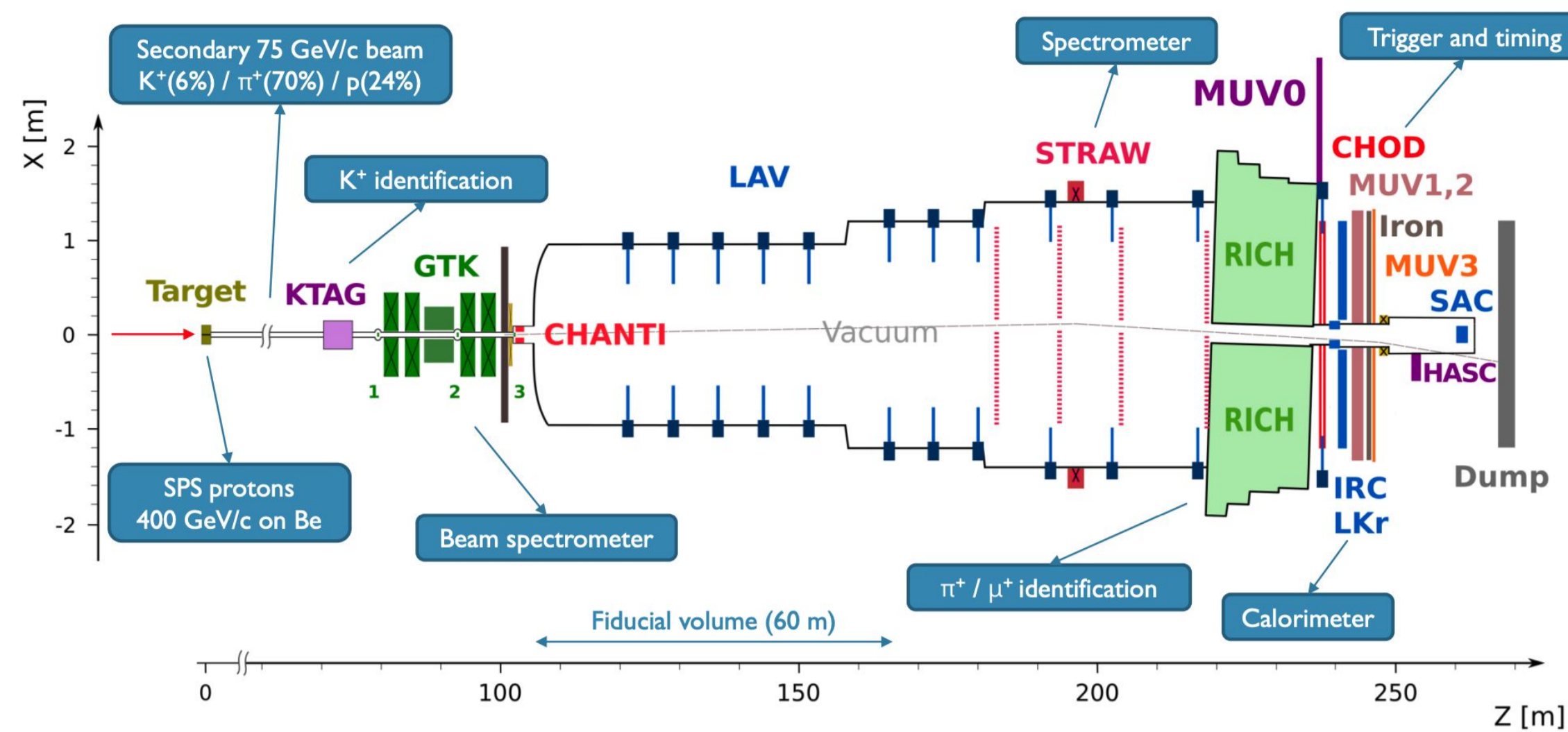


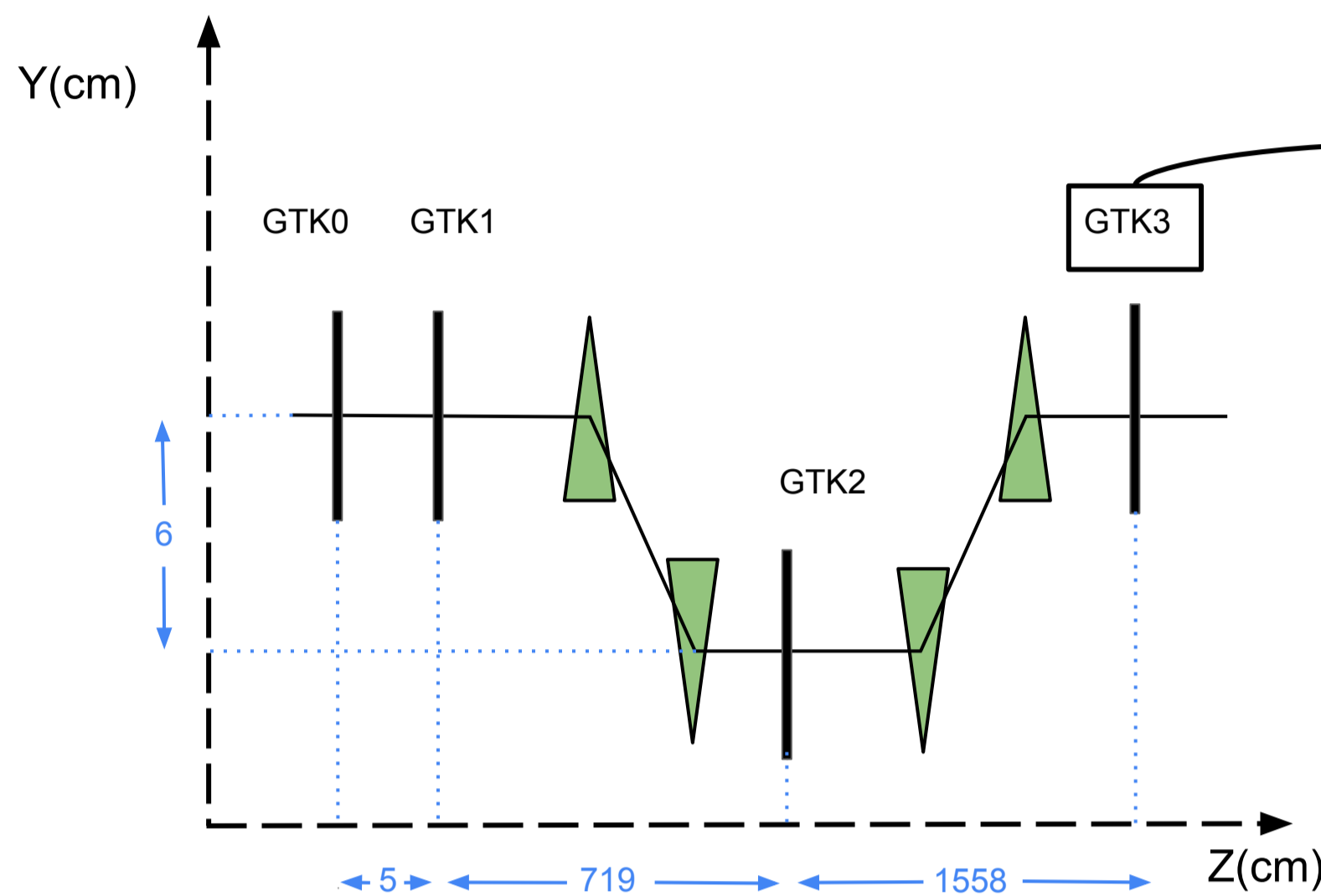
L'esperimento NA62

L'esperimento NA62 è stato disegnato con l'obiettivo principale di misurare il BR del decadimento estremamente raro ($K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$) predetto dal Modello Standard con elevata precisione $O(\sim 10^{-10})$

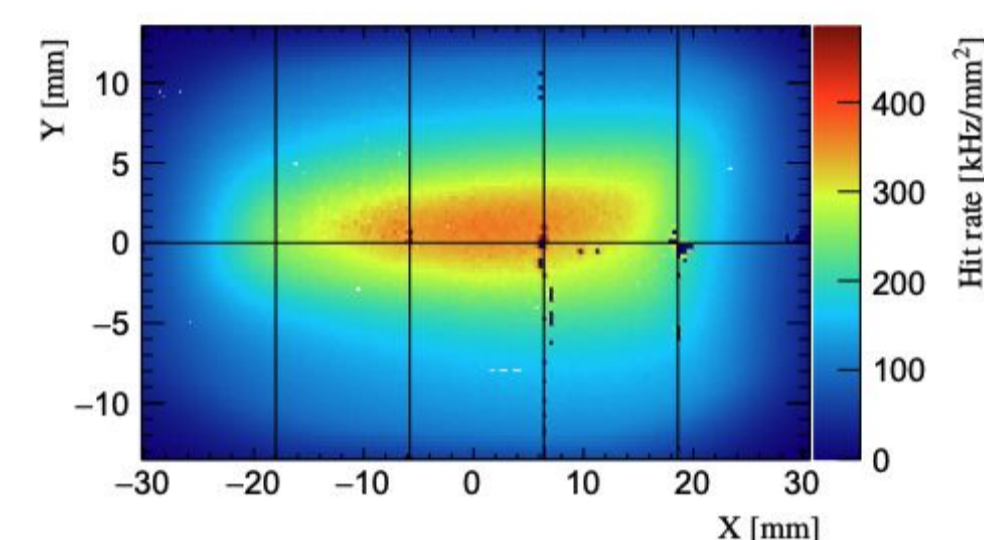
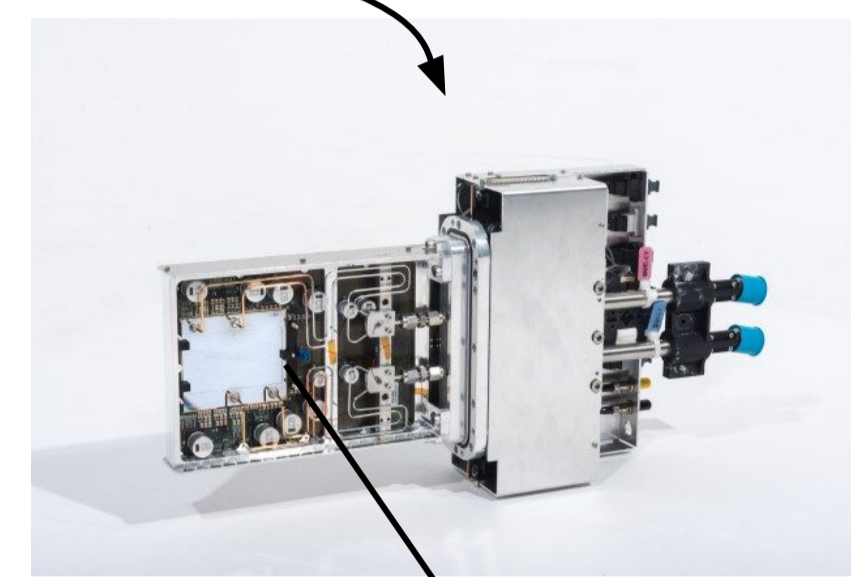


- Esperimento a bersaglio fisso all'SPS del CERN: fascio primario di p di 400 GeV/c su un bersaglio di Berillio, viene selezionato un fascio secondario di 75 GeV/c (750 MHz di cui ~ 6% K⁺)
- I K⁺ sono identificati dal rivelatore cherenkov KTAG ($\sigma \sim 70$ ps), il momento è misurato dal GigaTracker (GTK)
- I K⁺ decadono in volo in una regione di decadimento lunga 60 m
- I momenti delle particelle prodotte nel decadimento dei K⁺ sono misurate da tracciatori a STRAW tube ed il loro tempo è misurato dai CHOD
- Il RICH identifica il π^+ e l'ulteriore identificazione delle particelle è data dalla combinazione dei calorimetri LKr, MUV1, MUV2. L'identificazione dei muoni è fornita dal MUV3, posizionato dietro una parete di ferro.
- I fotoni sono identificati dall'LKr o, in caso di angoli ampi, dalle 12 stazioni LAV, completano l'angolo solido i calorimetri a piccolo angolo SAC e IRC
- La risoluzione temporale sperimentale complessiva è dell'ordine di $O(100)$ ps

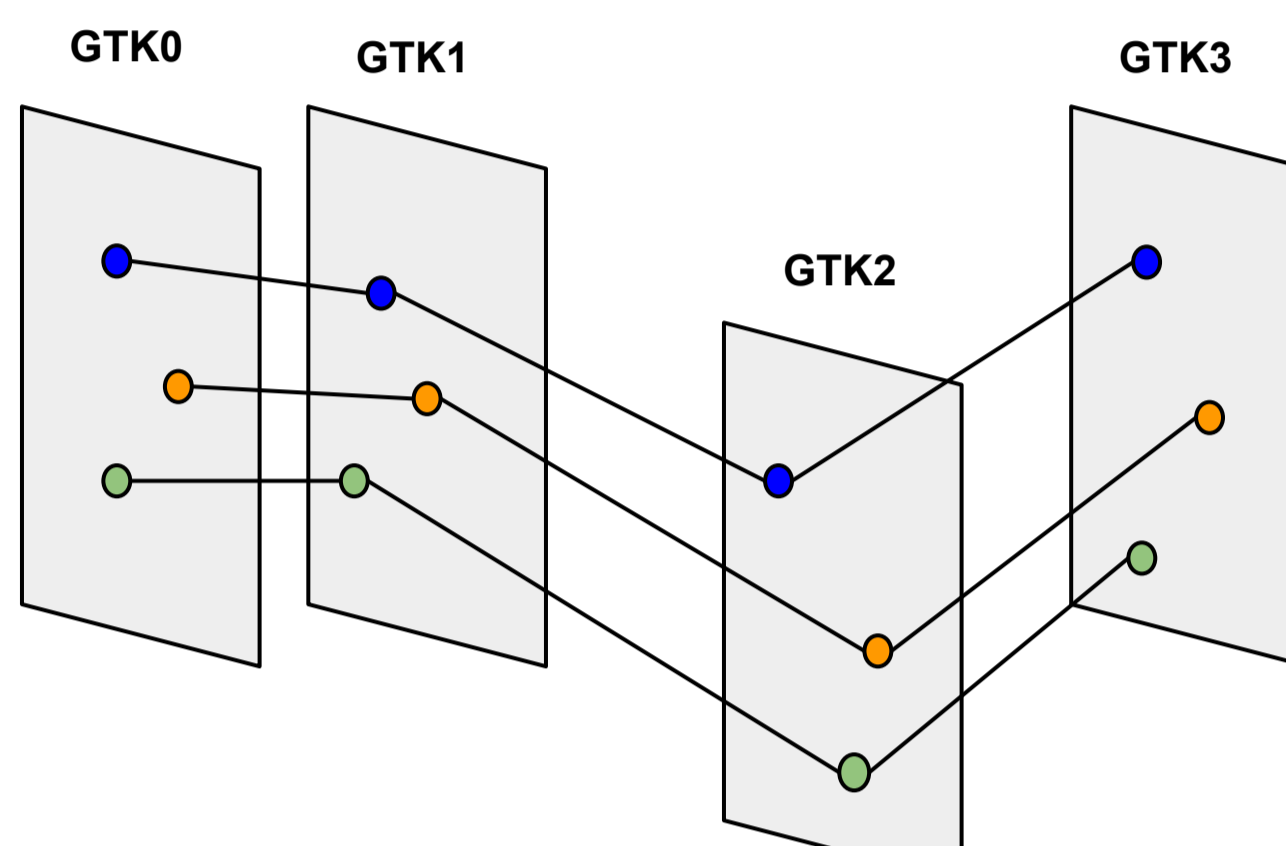
Definizione del problema



Il GTK è composto di 4 stazioni a pixel di silicio (18000 pixels per stazione, 10 readout chips), garantisce una risoluzione temporale < 200 ps e una risoluzione angolare di $16 \mu\text{rad}$

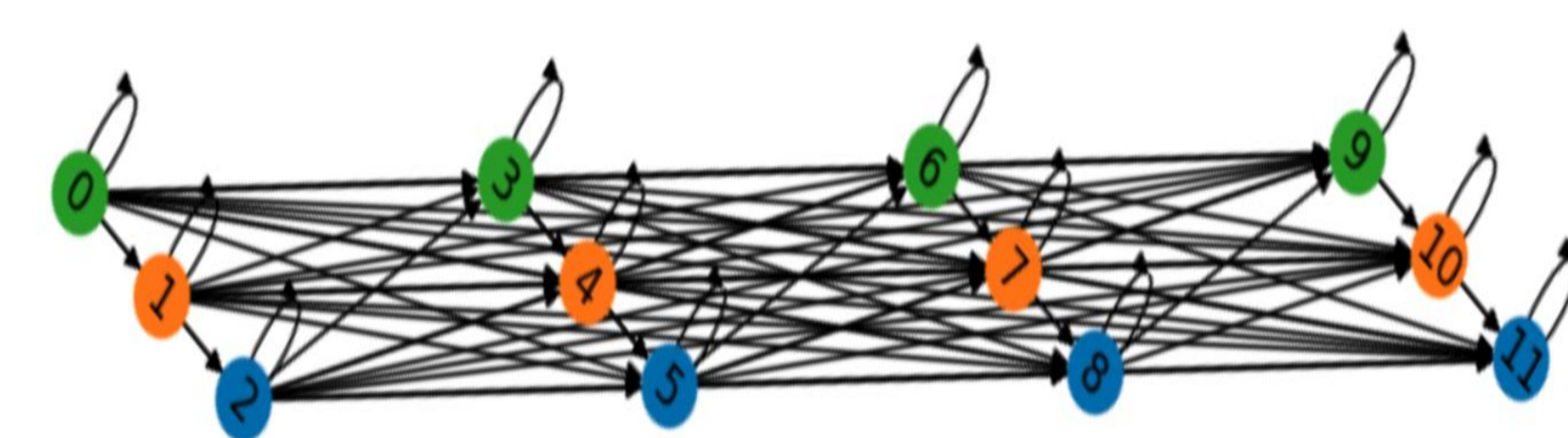


- Ogni hit rappresenta un nodo del grafo
- Solo le hit generate dalla stessa particella dovrebbero essere connessi da archi



Questa struttura rappresenta in maniera dinamica l'evento

Il **Problema** è formulato come una **classificazione binaria degli archi**: dati due qualunque nodi, esiste l'arco che li connette?

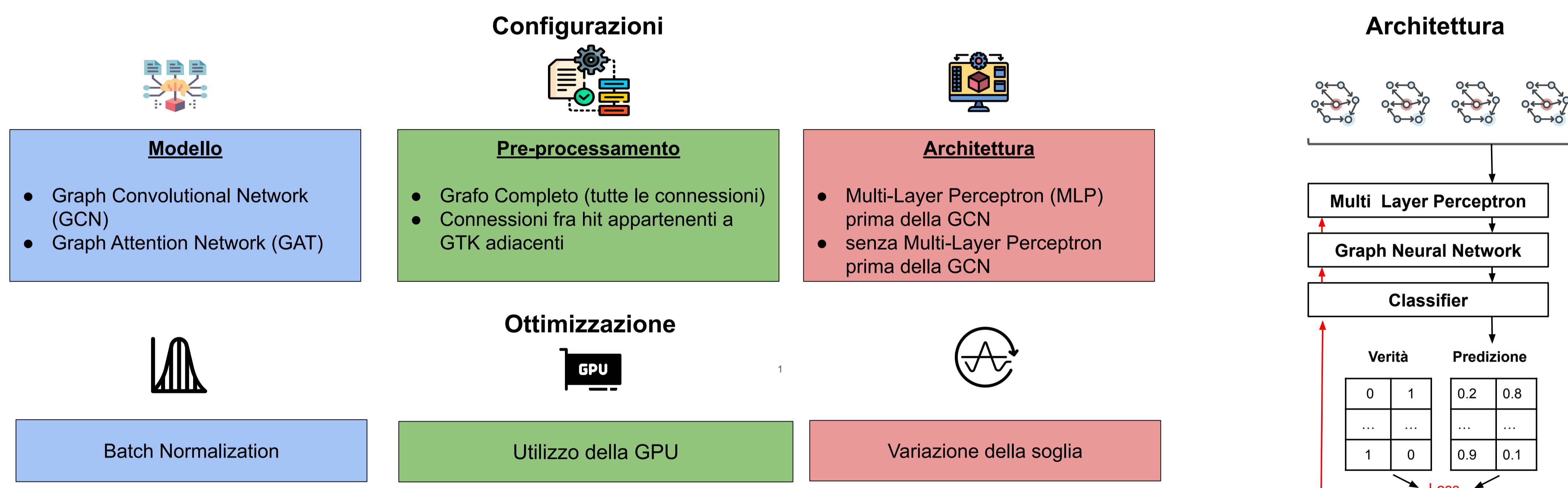
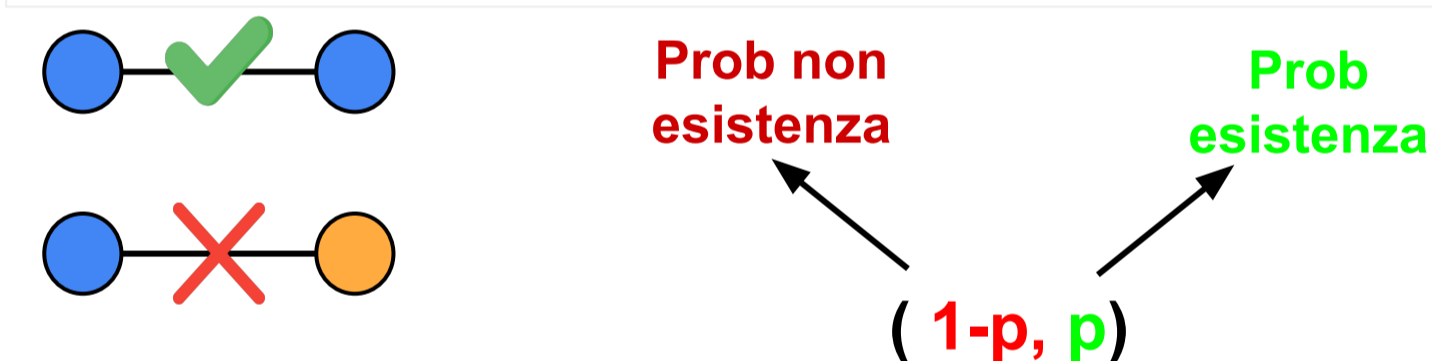


Metodo

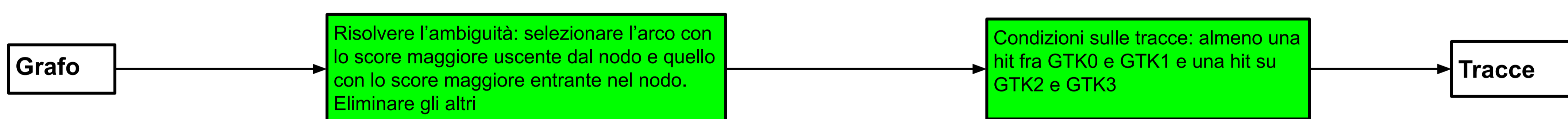
INPUT : un grafo G dove ogni nodo ha un insieme di informazioni: la posizione x, la posizione y, la posizione z e il tempo

$$\text{Nodo} \rightarrow (x, y, z, t)$$

OUTPUT : la probabilità p che l'arco fra due nodi esista o no



Risultati



Modello	Soglia	Accuratezza	Efficienza	Purezza
GAT-BN- tutte connessioni	0.15	0.6302	0.6572	0.1833
GAT-BN-MLP- tutte connessioni	0.15	0.6344	0.619	0.1833
GAT-BN- adiacenti	0.15	0.6335	0.7165	0.3415
GAT-BN-MLP- adiacenti	0.3	0.768	0.724	0.482
GCN-BN- tutte connessioni	0.2	0.7332	0.9142	0.2555
GCN-BN-MLP- tutte connessioni	0.25	0.8037	0.6889	0.3339
GCN-BN- adiacenti	0.55	0.9841	0.973	0.9555
GCN-BN-MLP- adiacenti	0.15	0.9752	0.9596	0.93

$$\text{Accuratezza} = \frac{\text{pred corrette}}{\text{totale}}$$

$$\text{Purezza} = \frac{\text{archi veri pred con score} \geq \text{soglia}}{\text{archi pred con score} \geq \text{soglia}}$$

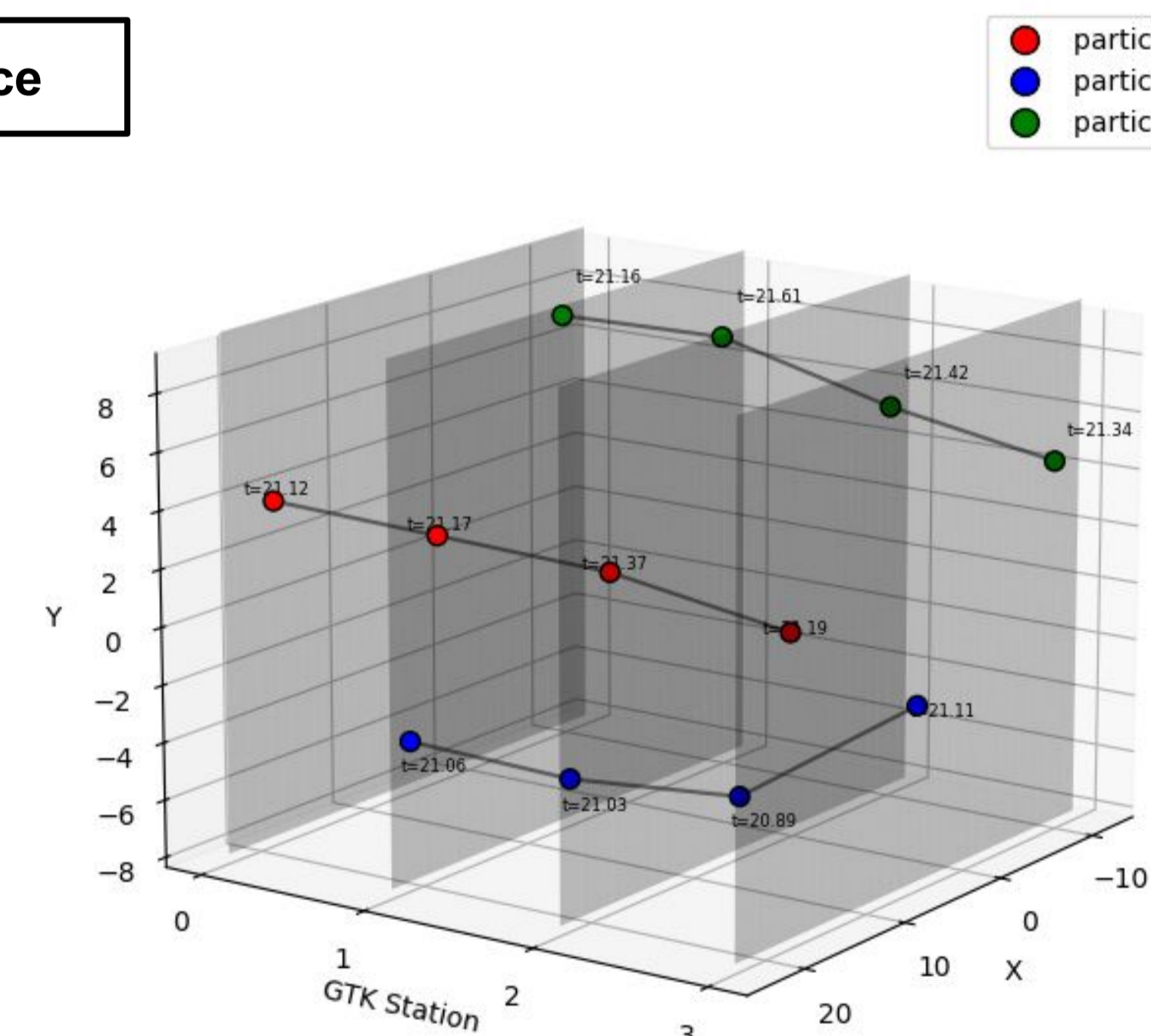
$$\text{Efficienza} = \frac{\text{archi veri pred con score} \geq \text{soglia}}{\text{archi veri con score} \geq \text{soglia}}$$

$$\text{Tracce false} = \frac{\text{tracce pred con errore}}{\# \text{ tracce vere}} = 1.95\%$$

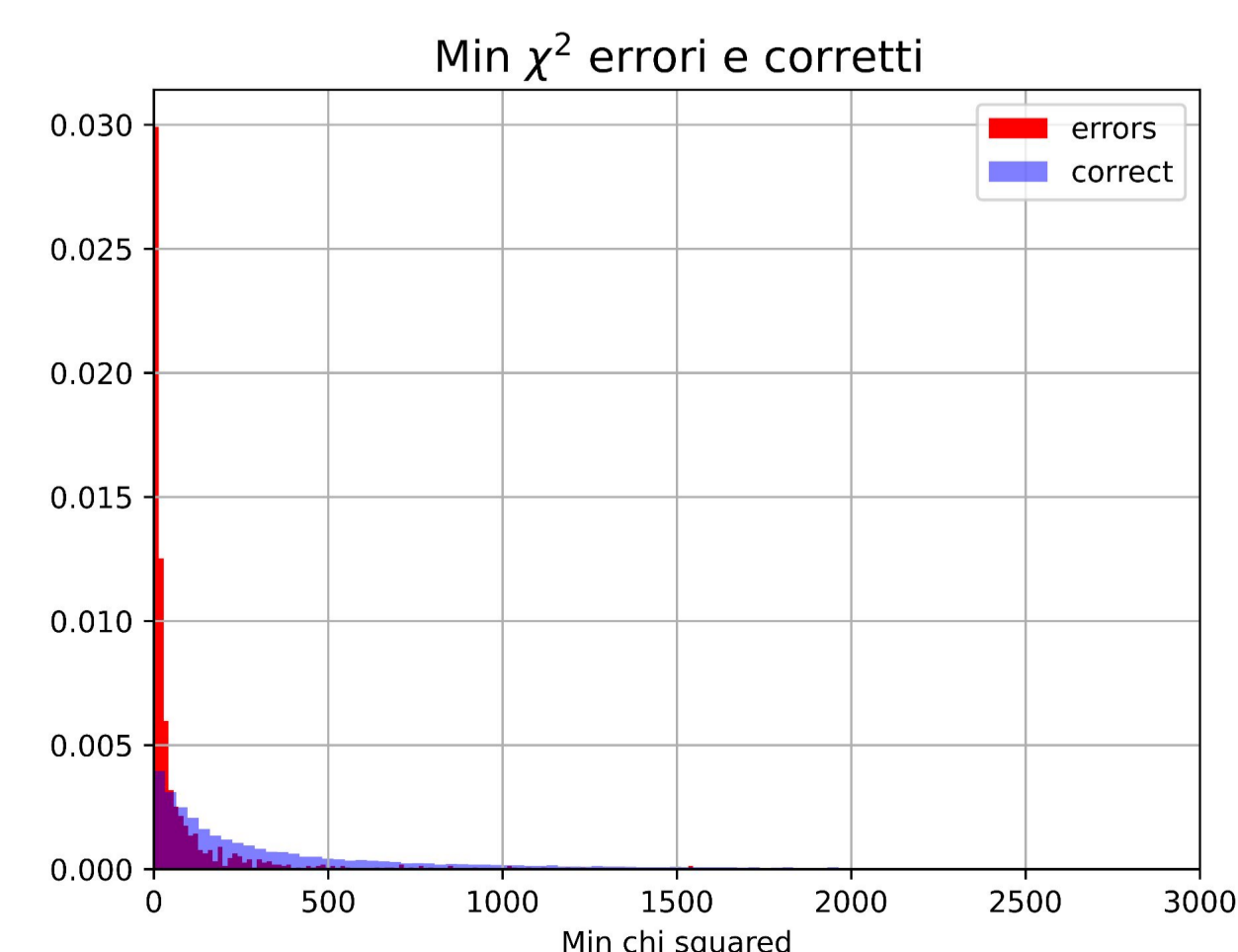
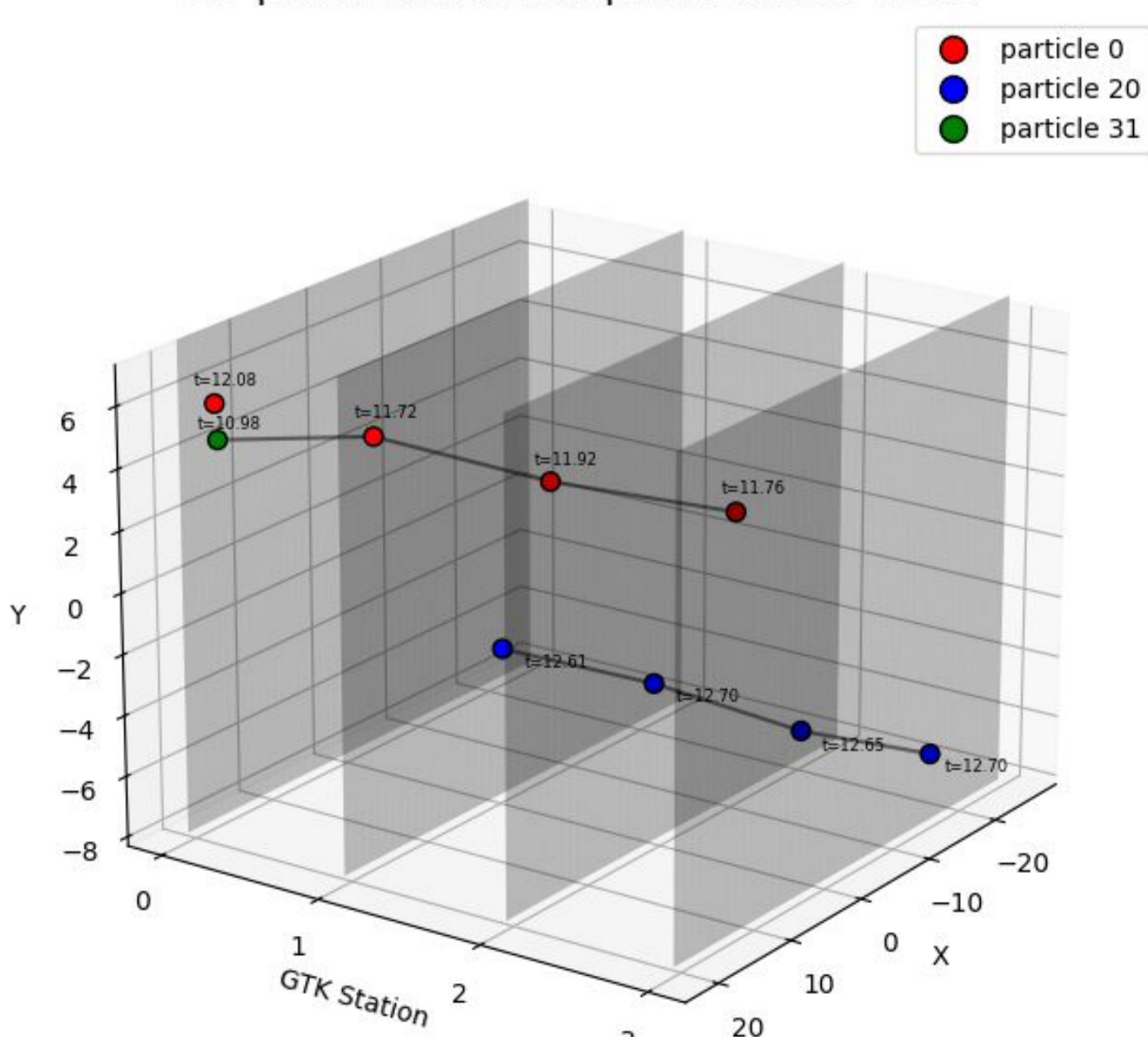
$$\text{Purezza} = \frac{\text{tracce pred correttamente}}{\# \text{ tracce pred}} = 97.97\%$$

$$\text{Efficienza} = \frac{\text{tracce pred correttamente}}{\# \text{ tracce vere}} = 94.23\%$$

3D plot di un evento predetto correttamente



3D plot di un evento predetto con errori



Conclusioni

- Possibilità di estendere la procedura ad un input con un numero differente e arbitrariamente grande di hit
- Possibilità di imporre vincoli geometrici sul grafo basati sulla conoscenza fisica dell'evento
- Architettura modulare: logiche più sofisticate possono essere inserite per risolvere l'ambiguità