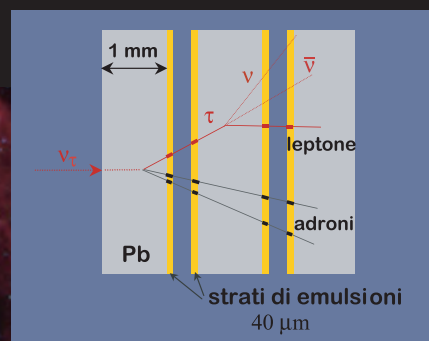


Dato l'elevatissimo numero di emulsioni da analizzare sono stati predisposti dei sistemi automatici per l'analisi che consistono di microscopi computerizzati, dotati di meccanica motorizzata con precisione dell'ordine del micron e un'alta velocità di scansione. Sono stati realizzati diversi laboratori di misura delle emulsioni sia presso i LNGS che presso le altre istituzioni partecipanti all'esperimento in Europa e in Giappone.

Microscopi ed emulsioni



I neutrini, non avendo carica elettrica, possono essere rivelati solo attraverso le tracce delle particelle prodotte dalla loro interazione nell'apparato sperimentale. In particolare, il neutrino tau produce, oltre ad altre particelle (adroni), la particella tau (o leptone tau). La particella tau ha un tempo di vita estremamente breve e percorre meno di 1 mm prima di decadere originando un leptone (elettrone o muone) e altri neutrini. La caratteristica dell'evento è di contenere una traccia "spezzata", cioè con una deviazione a gomito.

NEUTRINI Oscillazione di neutrini

Il neutrino è una particella neutra con massa molto piccola.

In natura esistono tre tipi diversi di neutrino: il neutrino elettronico, il neutrino muonico e il neutrino tau, associati rispettivamente all'elettrone, al muone e alla particella tau. Soggetti alle sole forze deboli e gravitazionali, i neutrini interagiscono molto difficilmente con la materia, rendendo la loro rivelazione estremamente difficile.

Secondo una teoria elaborata da Bruno Pontecorvo alla fine degli anni '50, i neutrini hanno la proprietà di trasformarsi mentre viaggiano nello spazio o attraversano la materia, da un tipo ad un altro, dando così luogo al fenomeno delle oscillazioni. La dimostrazione che i neutrini oscillano indica la presenza di una massa non nulla (e diversa per ogni tipo) per i neutrini.

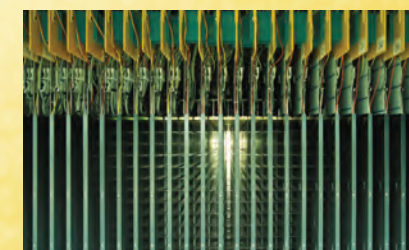
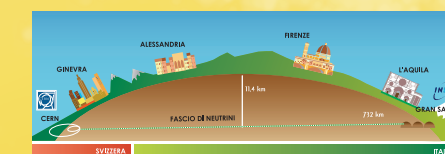
© Laboratori Nazionali del Gran Sasso - INFN - 2013



Opera OPERA

Laboratori Nazionali del Gran Sasso

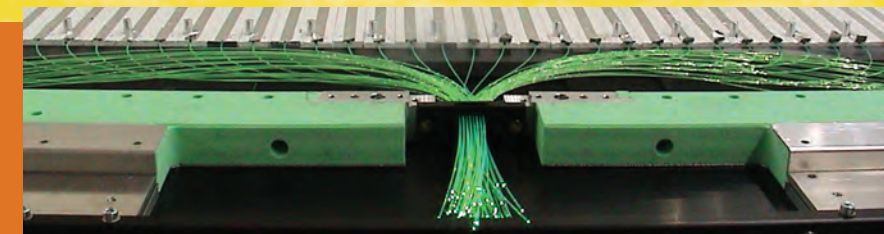
Belgio - Corea - Croazia - Francia - Germania - Giappone Israele - Italia - Russia - Svizzera - Tunisia - Turchia



OPERA - Oscillation Project with Emulsion-tRacking Apparatus è un rivelatore di grande massa situato nella Sala C dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS).

Lo scopo dell'esperimento è di rivelare la comparsa di neutrini tau nel fascio di neutrini muonici che con un flusso di decine di miliardi al giorno raggiungono i Laboratori del Gran Sasso dopo essere stati generati al CERN di Ginevra. Attualmente sono stati osservati direttamente e per la prima volta due eventi di questo tipo.

Un fascio di protoni di 400 GeV di energia, prodotti nell'acceleratore SPS del CERN, viene fatto collidere con un bersaglio di grafite per produrre un fascio secondario che consiste parzialmente di pioni (π) e kaoni (K), particelle cariche a vita breve. I π^+ e K^+ , dopo essere stati focalizzati ed indirizzati verso il Gran Sasso, decadono dando origine ai neutrini, che mantengono praticamente la stessa direzione delle particelle che li hanno generati. Il fascio di neutrini contiene quasi esclusivamente neutrini muonici con una energia media di 17.4 GeV, e una contaminazione di anti-neutrini muonici, neutrini e antineutrini elettronici a un livello di qualche percento. La distanza tra il CERN e i Laboratori del Gran Sasso è di circa 730 km.



Il Rivelatore

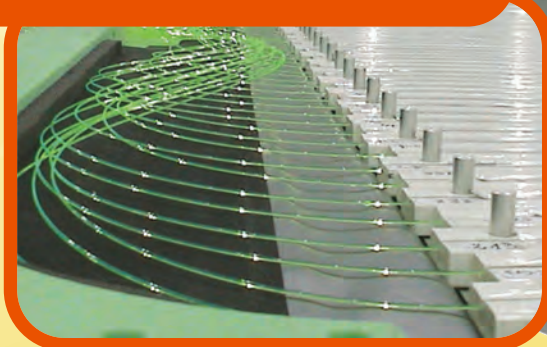
L'apparato sperimentale è costituito da due "supermoduli", ognuno dei quali formato da un bersaglio seguito da uno spettrometro per muoni.

I bersagli sono costituiti da 58 wall (pareti) con oltre 150.000 brick (mattoni), dove avvengono le interazioni dei neutrini che si vogliono rivelare, intervallate da pareti di Target Tracker, un rivelatore che, attraverso il tracciamento elettronico in tempo reale, permette di determinare la posizione dell'evento.

La misura della posizione di interazione del neutrino permette di identificare il brick all'interno del quale è avvenuta l'interazione, che deve essere estratto utilizzando la BMS e, dopo un trattamento di sviluppo delle emulsioni fotografiche, analizzato con l'uso di microscopi automatizzati. Mentre gli eventi rivelati di neutrini muonici sono piuttosto frequenti (circa 30 al giorno), si prevedono solo alcuni eventi di neutrini tau durante la vita dell'esperimento.



TARGET TRACKER



I piani di rivelatori del bersaglio sono alternati con i piani paralleli dove sono montati i brick. Questi rivelatori, costituiti da strisce di scintillatore plastico il cui segnale viene trasportato da fibre scintillanti ai sensori, permettono di localizzare nello spazio (fornendo le coordinate x e y) l'interazione in tempo reale.

BAM

La Brick Assembly Machine è il sistema robotizzato in grado di produrre brick in modo automatico. Gli oltre 150.000 brick sono stati prodotti nell'arco di oltre un anno.



SPETTROMETRO



Lo spettrometro magnetico per i muoni è costituito da lastre di ferro (in verde) dello spessore di 5 cm magnetizzate con opportune bobine percorse da corrente continua e intervallate con rivelatori di particelle. La misura della curvatura della traiettoria della particella, indotta dal campo magnetico, permette di misurarne l'energia.

Su 58 piani paralleli (wall) di dimensioni 7m x 7m sono montati circa 150.000 brick (mattoni). Ciascun brick, di dimensioni 10,2cm x 12,7cm x 7,5cm e un peso di circa 8 kg, è formato da 56 strati di piombo alternati a 57 strati di emulsioni nucleari. Le emulsioni nucleari conferiscono al rivelatore la risoluzione spaziale di alcuni micron, necessaria alla rivelazione della produzione del leptone tau che è la segnatura caratteristica dell'interazione del neutrino tau.

BRICK



Il Brick Manipulator System è il sistema automatico che permette di inserire e rimuovere i brick dalle pareti del bersaglio.

BMS

