



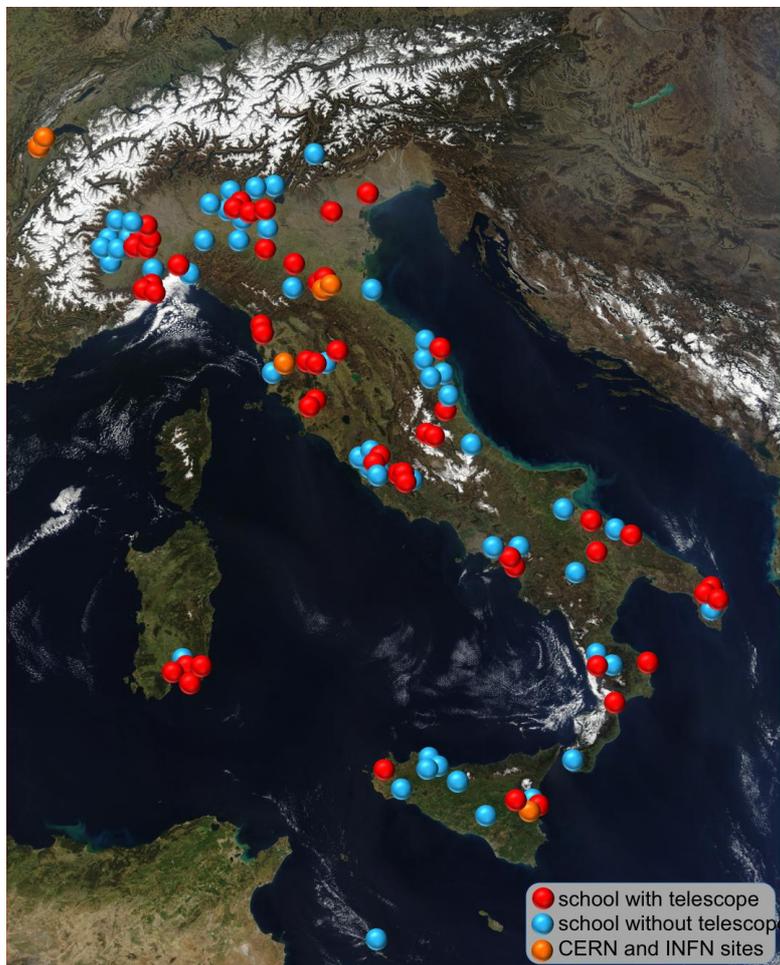
Il Progetto EEE

Il progetto EEE, realizzato dal Centro Fermi, in collaborazione con altri enti di ricerca, tra cui il CERN e l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, consiste in una rete di rivelatori per raggi cosmici. Tali rivelatori sono dislocati su tutto il territorio nazionale e installati, per la quasi totalità, in scuole superiori, ove sono tenuti in funzione da studenti e professori: ogni scuola ha quindi il suo "telescopio" per raggi cosmici. Dopo una prima fase avviata nel 2004, durante la quale sono state incluse alcune scuole pilota, il progetto ha completato nel 2016 una seconda fase, disponendo oggi di una rete di rivelatori che coinvolge circa 50 scuole in tutta Italia. Più di 50 altri istituti scolastici, pur non avendo un telescopio, collaborano al progetto nell'ambito dell'analisi dei dati e delle svariate attività organizzate dalla collaborazione EEE. Una mappa dei siti in cui sono installati i telescopi è mostrata in figura. Si osserva che in molti casi la stessa città ospita un gruppo di più telescopi, detto "cluster", posizionati a distanze relative dell'ordine o inferiore al chilometro.

I telescopi sono costituiti da tre rivelatori a gas, del tipo Multigap Resistive Plate Chambers (MRPC), grazie ai quali è possibile ricostruire la direzione di arrivo delle particelle rivelate. Trattandosi di rivelatori di particelle ionizzanti, essi sono sensibili principalmente a muoni ed elettroni degli sciami secondari. I dati acquisiti dai singoli telescopi permettono di studiare le principali caratteristiche del flusso locale dei raggi cosmici secondari, quali per esempio le variazioni dovute a effetti climatici o eventi solari, eventuali effetti di assorbimento dovuti a ostacoli circostanti, asimmetrie est-ovest, anomalie nei tempi di arrivo dei raggi cosmici e molti altri fenomeni, tutt'oggi oggetto di ricerca nel campo della fisica dei raggi cosmici. La selezione di eventi rivelati in coincidenza da due o più telescopi posizionati all'interno della stessa città, a distanze inferiori al chilometro, permette invece di rivelare sciami atmosferici estesi e di fornire un trigger selettivo per altre tipologie di analisi, in cui è indispensabile ridurre al minimo il contributo di eventi spuri. Per esempio, la rete di telescopi EEE ha tutte le caratteristiche necessarie per poter ricercare la possibile esistenza di sciami atmosferici estesi in coincidenza a grande distanza: tale misura si basa sulla selezione di clusters di telescopi per individuare sciami atmosferici estesi e, trattandosi di eventi estremamente rari, richiede un livello di coincidenze accidentali estremamente basso. Maggiori dettagli sul rivelatore e sui risultati conseguiti sono descritti in recenti pubblicazioni. Nonostante la rete abbia già raggiunto un considerevole numero di telescopi (in



totale 58 tra le scuole e i laboratori di ricerca), è attualmente in corso la costruzione e l'installazione di nuovi telescopi.



Mapa dei 113 tra istituti e laboratori del progetto EEE: sono mostrate le scuole partecipanti al progetto, di cui 50 con telescopio (in rosso) e 55 senza (in blu); inoltre sono anche indicate le 8 stazioni installate presso Dipartimenti di Fisica o Sezioni INFN o il CERN (in arancione).

Ulteriori occasioni di crescita sono inoltre previste a seguito di contatti già avviati con università straniere e altre collaborazioni estere, riunite nell'International Particle Physics Outreach Group (IPPOG), che coordina i progetti di studio di raggi cosmici nelle scuole a livello internazionale. La principale caratteristica del progetto EEE è il coinvolgimento delle scuole nell'aspetto scientifico dell'esperimento. Gli studenti partecipano a tutte le fasi, dalla costruzione dei rivelatori, all'installazione, monitoraggio dei telescopi e presa dati. A tale scopo sono stati sviluppati degli strumenti informatici che agevolano gli studenti nelle varie operazioni: una pagina web dedicata al controllo della qualità dei dati fornisce in tempo reale parametri numerici e grafici di controllo che permettono agli studenti e ai ricercatori di verificare giornalmente il corretto funzionamento dei



telescopi, senza richiedere necessariamente la presenza fisica in laboratorio. Agli studenti è inoltre richiesta la compilazione giornaliera di un logbook elettronico in cui riportare i principali parametri di acquisizione del proprio telescopio. Questi strumenti informatici, uniti a una piattaforma Open Data (ODP) in via di realizzazione, permettono ai ricercatori e agli studenti un più semplice accesso ai telescopi e ai dati acquisiti, agevolando la partecipazione di scuole non dotate di un proprio telescopio.

In analogia a quanto avviene nelle comunità scientifiche, le attività svolte nei vari istituti scolastici vengono presentate durante delle videoconferenze organizzate mensilmente dai ricercatori aderenti al progetto. Oltre a queste occasioni di incontro, il Centro Fermi organizza periodicamente dei simposi nazionali a cui partecipano fisicamente un numero selezionato di studenti e docenti delle scuole EEE. Nel corso del 2017 sono state organizzate due conferenze, la prima a maggio e la seconda a dicembre, presso la Fondazione e Centro di Cultura Scientifica “Ettore Majorana” a Erice (TP).

A ciascuna conferenza hanno partecipato circa 45 scuole, per un totale di oltre 150 partecipanti per singolo evento. Il programma delle conferenze, della durata di due giorni, prevedeva dei momenti dedicati alle scuole, durante i quali gli studenti avevano la possibilità di presentare le attività svolte nell’ambito del progetto EEE presso il loro istituto. Il resto del programma includeva lo svolgimento di attività culturali, scientifiche, lezioni e masterclasses durante ciascuna delle quali i ricercatori EEE hanno illustrato una tematica di analisi seguita da una esercitazione pratica. Durante ciascuna conferenza è stata inoltre organizzata una misura sperimentale eseguita dagli studenti: a maggio gli studenti hanno effettuato una misura del raggio terrestre mediante il metodo di Eratostene, mentre a dicembre è stato effettuato uno studio della dipendenza del flusso dei raggi cosmici dall’altitudine mediante l’uso di Cosmic Boxes, rivelatori costruiti con scintillatori.