

Riflessioni e analisi dopo la recente scoperta della “ particella di Dio” e le conferme venute riguardo alla validità della teoria formulata negli anni '60 da **Peter Higgs**

L'origine della massa è finalmente spiegata?



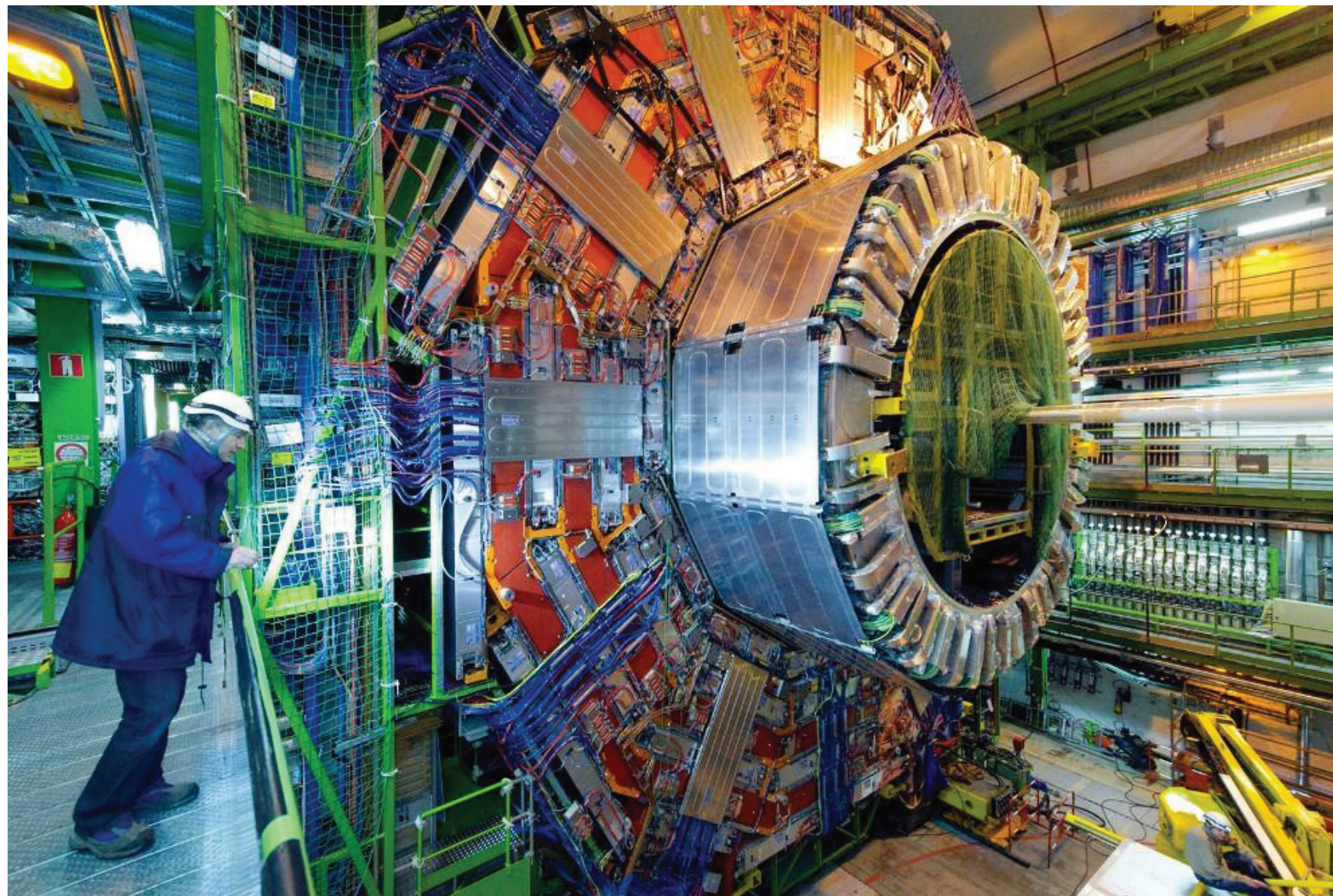
Un passo in avanti straordinario per la conoscenza del mondo e dell'universo

Susinno Giancarlo
susinno@fis.unical.it

L'Università della Calabria, tramite il Gruppo Alte Energie del Dipartimento di Fisica, è impegnata in questa complessa indagine sperimentale da più di vent'anni, sin dalla fase progettuale dell'esperimento dedicato a queste ricerche. (vedi STRINGHE Anno 1 Num. 0 Gennaio 2011).

E' dai lavori di Einstein che si cerca di descrivere le interazioni osservate in natura (interazione forte, elettromagnetica, debole e gravitazionale) come aspetti di un'unica interazione fondamentale. Negli anni sessanta del secolo scorso, Sheldon Glashow, Steven Weinberg ed Abdus Salam svilupparono una teoria che unificava le interazioni elettromagnetiche e deboli in una sola interazione, l'elettrodebole. Tutte le previsioni di questa teoria sono state sino ad oggi sempre confermate, tranne l'esistenza del bosone di Higgs, elemento fondamentale della stessa. Questa richiede che le particelle interagenti ed i messaggeri dell'interazione siano a massa nulla, mentre in natura i messaggeri dell'interazione debole, W e Z, hanno masse circa cento volte maggiori di quelle di un protone e solo il messaggero dell'interazione elettromagnetica, il fotone, ha massa nulla.

Qual è l'origine della massa?



Nella teoria elettrodebole le masse sono prodotte da un meccanismo noto con il nome di modello di Higgs, che in realtà fu sviluppato, oltre che da Peter Higgs, da François Englert con Robert Brout e da Gerald Guralnik con C. R. Hagen e Tom Kibble.

Ogni particella elementare ha una sua massa a riposo caratteristica che, per la relazione einsteiniana tra massa ed energia, determina la sua energia quando la particella è in quiete.

Qual è l'origine di questa energia?

Per la meccanica classica newtoniana una particella soggetta ad una forza costante ha una accelerazione costante e la sua velocità può aumentare all'infinito. Non per la meccanica relativistica, dove all'aumentare dell'energia di moto della particella aumenta la massa della stessa secondo la relazione $E=mc^2$.

Quando la particella è ferma ha ancora un'energia, $E=m_0c^2$, dove m_0 è la massa a riposo della particella stessa, diversa da particella a particella. Se portiamo una pietra in cima alla torre di Pisa, questa acquista un'energia potenziale dovuta all'azione del campo di forze gravitazionali. Questo aumento di energia corrisponde sempre secondo la legge di corrispondenza relativistica ad un aumento di massa del sistema terra-pietra. La massa m è quindi costituita da due contributi: uno è la massa a riposo m_0 , l'altra è la massa acquisita dalla particella o per la sua energia di moto o per l'energia potenziale in un campo di forze.

Il meccanismo di Higgs descrive l'origine della massa a riposo come energia potenziale del campo di Higgs in interazione con la particella. La massa a riposo è misura di quanto fortemente la particella è accoppiata al campo di Higgs (vedi Fig.1 e Fig.2).

Fig. 1 Illustrazione di fantasia di una particella che acquisisce massa interagendo con il campo di Higgs.

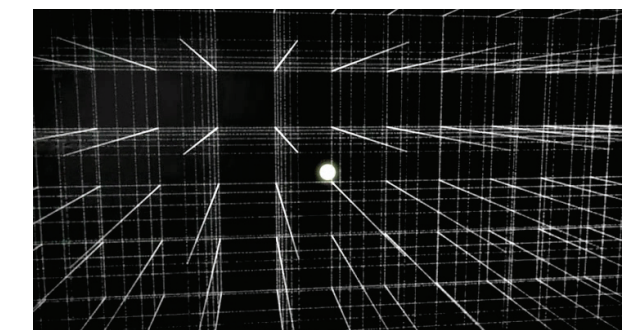
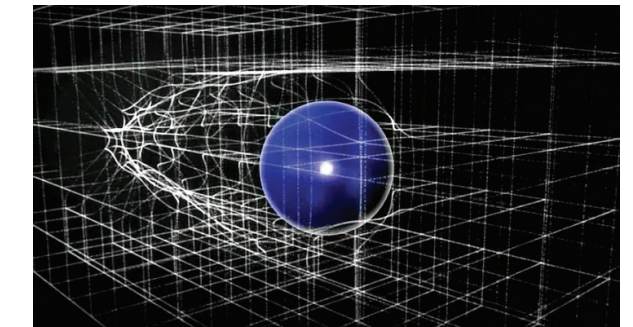


Fig. 2 Illustrazione di fantasia di una particella che non si accoppia al campo di Higgs e rimane a massa nulla (ad esempio il fotone, il quanto del campo elettromagnetico)

Il campo di Higgs è immaginato permeare tutto lo spazio, la massa non è più un attributo fondamentale della materia, non è più una proprietà intrinseca delle particelle come la carica o lo spin, ma è una proprietà acquisita a causa della loro interazione con l'ambiente circostante. Tutte le particelle hanno massa zero e quella grandezza fondamentale definita massa da Galilei e Newton, altro non è che la misura di quanto fortemente ogni particella si accoppia ed interagisce con il campo di Higgs. L'indagine sulle interazioni fondamentali ci ha condotto a descrivere la materia come costituita da particelle fondamentali, i leptoni e i quark, che interagiscono fra loro scambiandosi altre particelle, i bosoni. Il bosone

L'origine della massa è finalmente spiegata?

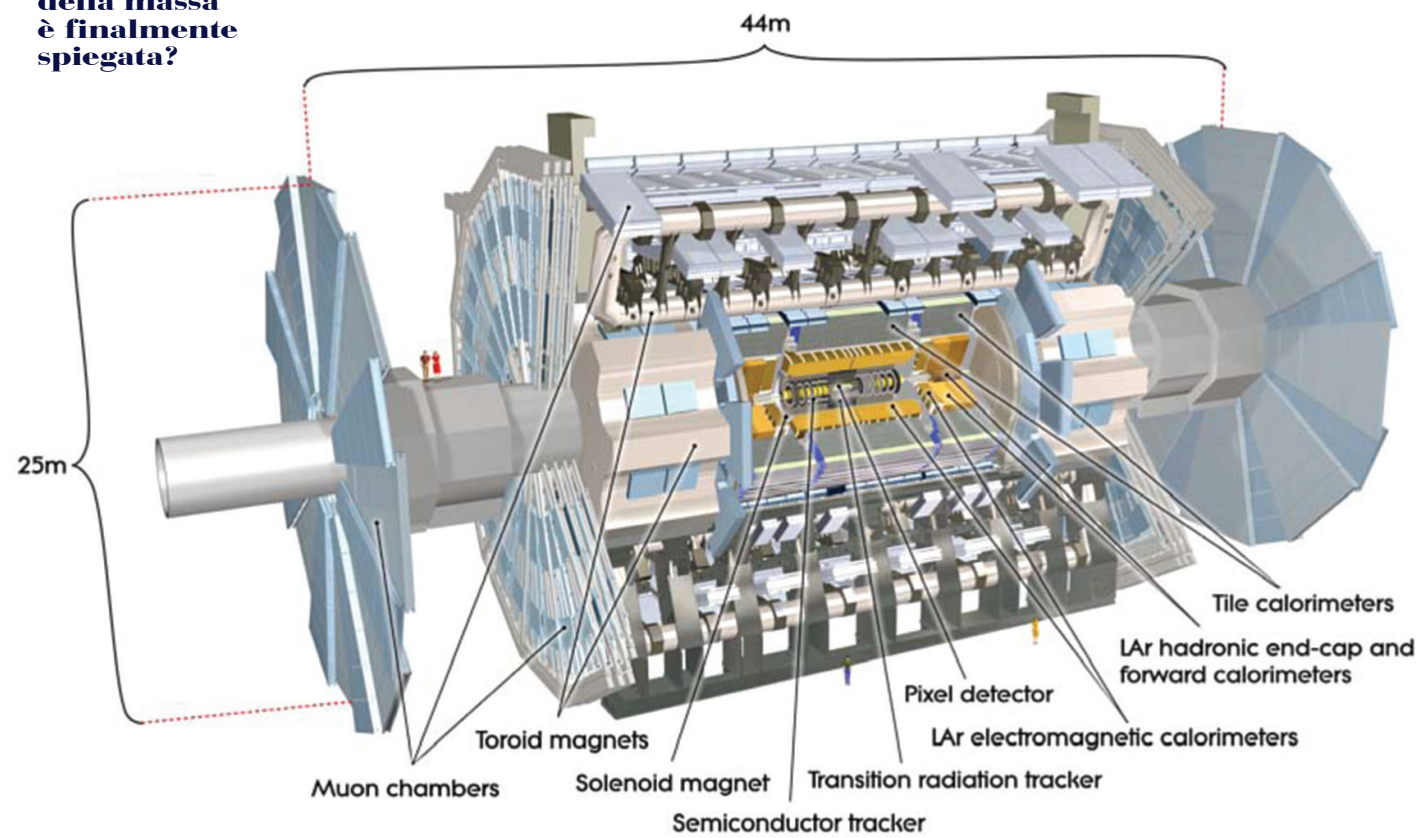


Fig. 3 Il rivelatore ATLAS al cui progetto e costruzione ha collaborato il Gruppo Alte Energie di Arcavacata.

di Higgs è la particella che corrisponde a una nuova interazione, che spiega l'origine della massa. E' la particella che trasmette l'interazione con il campo di Higgs, così come il fotone trasmette l'interazione con il campo elettromagnetico. Nei primi istanti dopo il big-bang l'Universo si trovava in uno stato di altissima temperatura ed il campo di Higgs era simmetrico, tutte le interazioni erano unificate e tutte le particelle erano prive di massa. In seguito l'universo si è raffreddato e la simmetria del campo di Higgs si è alterata ed è così, attraverso l'interazione con il campo di Higgs non più simmetrico, che alcune particelle, come i bosoni W e Z, hanno acquistato una massa, mentre altre, come il fotone, ne sono restaste prive e le interazioni si

sono differenziate.

L'origine delle masse e la ricerca del bosone di Higgs sono tra le finalità principali degli esperimenti ATLAS (cui collabora il Gruppo Alte Energie del Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria, vedi Fig. 3) e CMS, eseguiti con il grande acceleratore del CERN di Ginevra LHC.

Per rendere l'impressione delle dimensioni del rivelatore ATLAS nello schema riportato in Fig. 3 sono disegnate in scala due persone. All'incrocio dei fasci di protoni al centro del rivelatore sono prodotti decine e decine di milioni di eventi ogni secondo, prodotti in tutti i possibili modi in cui i protoni possono interagire fra loro. Solo un piccolissimo numero fra questi può aver prodotto una particella di Higgs. E' come cercare un ago in un gigantesco pagliaio. La produzione di una nuova particella può essere rivelata come un eccesso di eventi tra quelli che hanno le stesse caratteristiche attese per gli eventi contenenti la particella ricercata. Esempi di possibili eventi candidati sono riportati nelle figure 4 e 5.

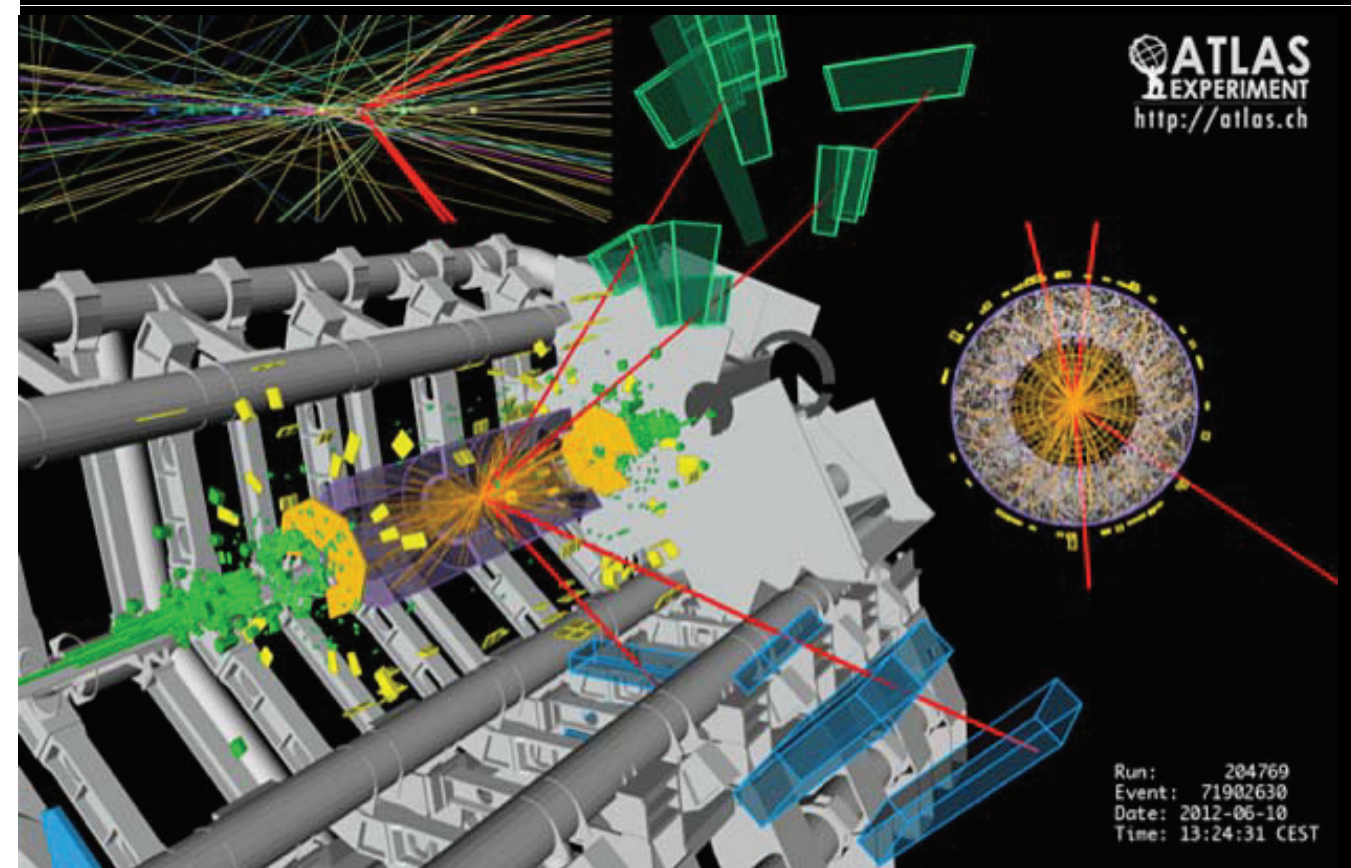


Fig. 4 Ricostruzione al computer di un evento misurato in ATLAS, candidato di un decadimento della particella di Higgs in quattro muoni.

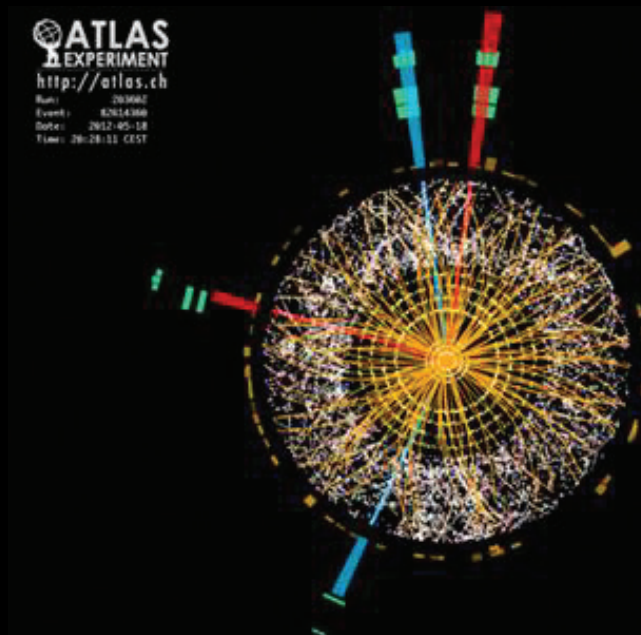


Fig. 5 Ricostruzione al computer di un evento, misurato in ATLAS, candidato di un decadimento della particella di Higgs in quattro elettroni.