

## Ultimi risultati dall'esperimento ATLAS sulla ricerca del bosone di Higgs

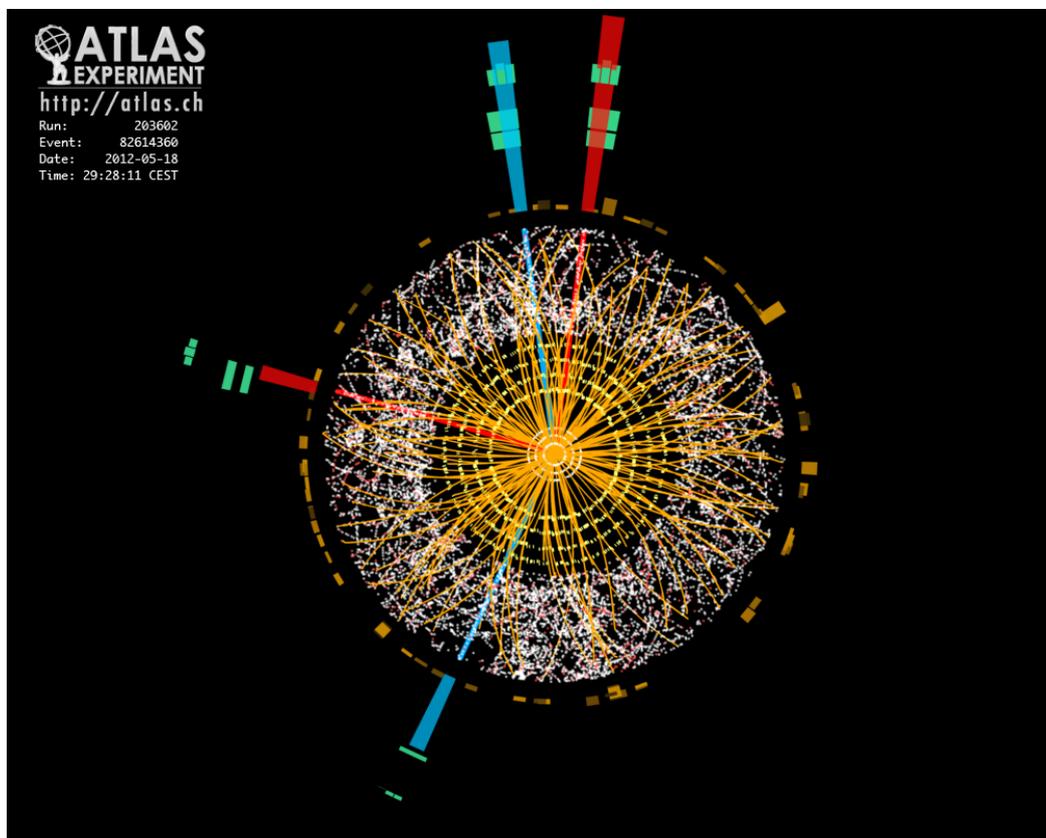


Figura 1. Candidato di un decadimento del bosone di Higgs in quattro elettroni acquisito da ATLAS nel 2012

Il 4 Luglio 2012 l'esperimento ATLAS ha presentato un aggiornamento preliminare dei risultati sulla ricerca del bosone di Higgs. Questi risultati sono stati mostrati in un seminario congiunto tenutosi al CERN in collegamento con ICHEP, l' *International Conference for High Energy Physics* che sta per avere luogo a Melbourne, Australia, dove verranno presentati studi dettagliati. Al CERN sono stati presentati risultati preliminari ad una comunità di scienziati presenti all'evento o collegati con webcast da diversi istituti sparsi in tutto il mondo.

*“Questa ricerca oggi è più avanzata di quanto potessimo immaginare,”* afferma Fabiola Gianotti, spokesperson di ATLAS. *“Nei nostri dati osserviamo i segni evidenti di una nuova particella, al livello di 5 sigma, in una regione di massa attorno a 126 GeV. Le eccezionali prestazioni fornite dall' LHC e dall'esperimento ATLAS, insieme allo straordinario lavoro prodotto da moltissimi ricercatori, ci ha permesso di raggiungere*

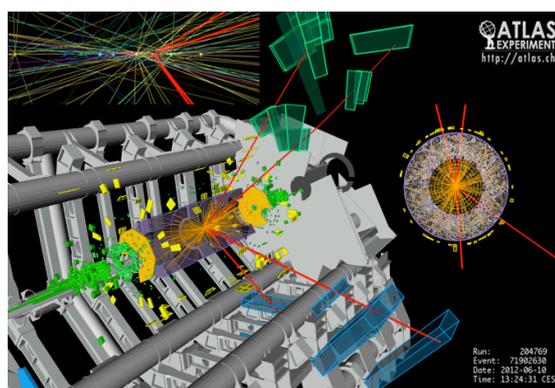


Figura 1. Candidato di un decadimento del bosone di Higgs in quattro muoni acquisito da ATLAS nel 2012.

questo eccitante momento. E' comunque necessario dedicare ancor un po' di tempo per consolidare i risultati raggiunti, e soprattutto piu' tempo occorrera' per determinare le proprieta' fisiche di questa nuova particella".

Il bosone di Higgs e' una particella instabile, che vive una frazione impercettibile di secondo prima di disintegrarsi in altre particelle, al punto che gli esperimenti possono osservarlo solo misurando i prodotti del suo decadimento. Secondo il Modello Standard, un'accreditata teoria fisica che fornisce un'accuratissima descrizione della materia, il bosone di Higgs decade in diverse ben definite combinazioni di particelle, o canali, la cui distribuzione dipende dal suo valore di massa.

ATLAS ha concentrato I propri sforzi sullo studio di due canali complementari: il decadimento in due fotoni o quattro leptoni. Entrambi questi canali hanno un'eccellente

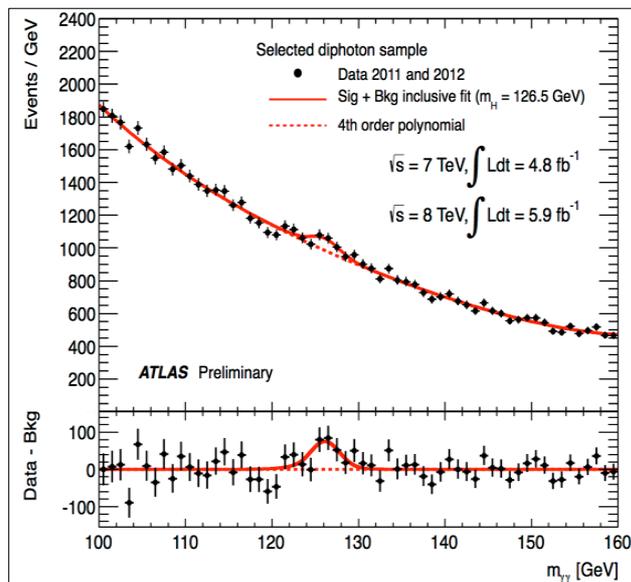


Figura 2. Distribuzione di massa del canale con due fotoni

risoluzione in massa; tuttavia il canale con due fotoni e' caratterizzato da un modesto rapporto segnale/fondo fisico, che in ogni caso e' ben misurato. Al contrario, il canale a quattro leptoni esibisce un segnale piu' piccolo, ma e' accompagnato da un fondo fisico estremamente ridotto. Entrambi questi canali mostrano un eccesso di eventi significativo attorno allo stesso valore di massa, circa 126 GeV. La combinazione statistica di questi and altri canali fissa la *significativita'* del segnale a 5 sigma; cio' vuol dire che in un Universo senza il bosone di Higgs, soltanto un esperimento su tre milioni vedrebbe un segnale cosi' forte.

I risultati attualmente disponibili sono un aggiornamento di studi gia' mostrati al CERN in occasione del seminario tenutosi a Dicembre dello scorso anno e pubblicati all'inizio di quest'anno. I risultati di Dicembre, basati su un campione di dati ottenuti da collisioni protone-protone a 7 TeV nel centro di massa, hanno permesso di limitare la massa del bosone di Higgs ad uno stretto intervallo di valori compresi tra 117 GeV e 129 GeV. Un modesto eccesso rispetto al fondo fisico fu comunque osservato da entrambi gli esperimenti ATLAS e CMS attorno ad un valore di massa di circa 126 GeV, che corrisponde a circa la massa di un atomo di Iodio.

Il prossimo passo per ATLAS, il Large Hadron Collider e la comunita' di scienziati della fisica delle alte energie, e' la misura delle proprieta' fisiche associate a questo eccesso, ed il confronto di queste misure con quanto previsto per il bosone di Higgs. Alcune di queste proprieta' gia' mostrano un accordo con queste previsioni: questa particella e' osservata negli stati finali previsti, ed avrebbe una massa che si accorda con quanto previsto da misure indirette. Nelle settimane e mesi a venire, ATLAS misurera' con cura queste proprieta', permettendo di ottenere un quadro piu' chiaro della situazione e di stabilire se questa particella e' effettivamente il bosone di Higgs, o piuttosto la prima di

una nuova famiglia di particelle simili, o addirittura qualcosa di completamente diverso da tutto questo.

Il campione di dati del 2012 attualmente disponibile (raccolto in tre mesi soltanto) è stato ottenuto da collisioni protone-protone ad un valore nel centro di massa che è stato portato a 8 TeV, ed offre più informazioni del campione raccolto nel 2011.

L'accumulo rapido di questi dati è stato possibile grazie allo straordinario lavoro compiuto dal team dell'acceleratore LHC. Il campione dati presentato al seminario corrisponde a circa un milione di miliardi di collisioni fra protoni.

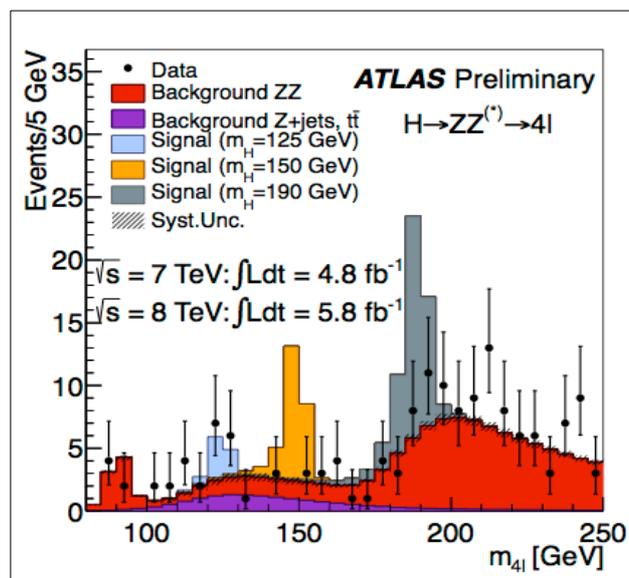


Figura 4. Distribuzione di massa del canale con quattro leptoni

Il rivelatore ATLAS ha funzionato in modo eccellente, anche nelle condizioni più difficili prodotte dai fasci di protoni impiegati quest'anno, ed ha raccolto per questa ricerca dati di alta qualità con altissima efficienza.

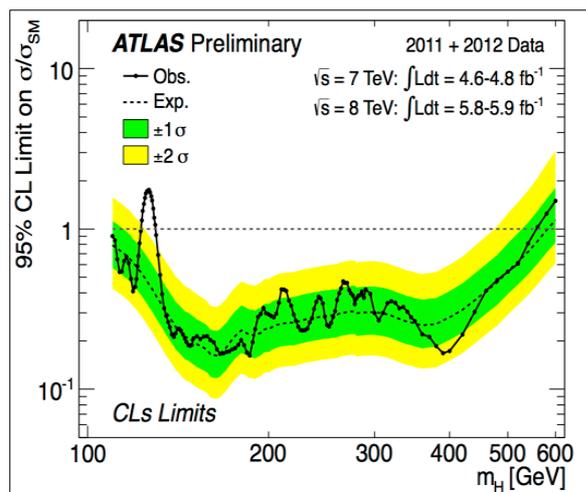


Figura 5. Limiti sperimentali ottenuti con ATLAS sulla produzione del bosone di Higgs previsto dal Modello Standard.

I nuovi dati del 2012, ed i dati che saranno prodotti dall'acceleratore ulteriormente migliorato, permetteranno agli scienziati di affrontare sia le questioni sul bosone di Higgs sollevate dall'annuncio di oggi, sia quelle di base, legate alla nostra conoscenza della natura.

Un potente sistema di calcolo fornito dal sistema *LHC Computing Grid* è stato essenziale per la ricostruzione e l'analisi dei dati raccolti. Ci si aspetta che l'acceleratore LHC fornisca ad ATLAS entro la fine dell'anno altri dati tali da raddoppiare il campione attualmente disponibile, prima dell'inizio di un lungo periodo di pausa necessario ad intervenire sull'acceleratore per un suo ulteriore potenziamento. Quindi, quando la macchina acceleratrice rientrerà in funzione attorno alla fine del 2014, potrà operare con una energia vicina al doppio di quella attualmente disponibile.

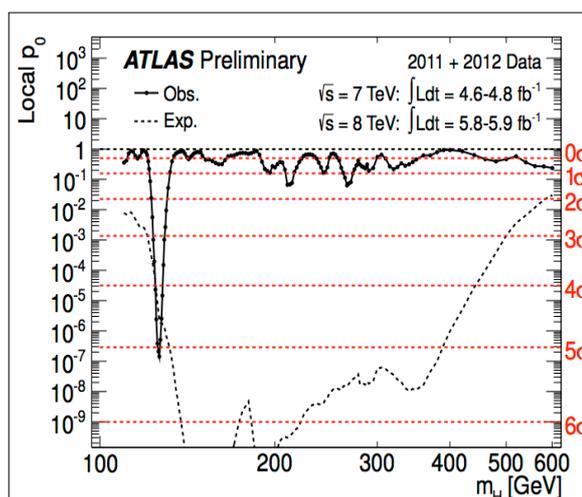


Figura 6. Probabilità che il fondo fisico produca un eccesso di eventi simile a quello di un segnale fisico, in funzione della massa del bosone di Higgs

## L'esperimento ATLAS

ATLAS è un esperimento di fisica delle particelle elementari che opera al Large Hadron Collider (LHC) del CERN. Il rivelatore ATLAS ricerca nuovi fenomeni fisici in collisioni di adroni di elevatissima energia. ATLAS studia le forze fondamentali che hanno permesso l'evoluzione dell'Universo dalla sua origine allo stato attuale, e che determineranno il suo destino. Tra i temi più importanti vi sono l'origine della massa, la ricerca di dimensioni extra nello spazio, l'unificazione delle forze fondamentali e la ricerca di candidati per la materia oscura presente nell'Universo.

Al momento della scrittura di questo documento, la Collaborazione ATLAS comprende 3000 fisici provenienti da 176 istituti sparsi in 38 diversi paesi del mondo. Oltre 1000 studenti PhD contribuiscono al funzionamento dell'apparato sperimentale ed all'analisi dei dati da questo raccolti.

Ulteriori informazioni su ATLAS sono disponibili su sito pubblico [<http://atlas.ch>].

## Raccolta delle disclie delle figure

### Figura 1.

Candidato di un decadimento del bosone di Higgs in quattro elettroni acquisito da ATLAS nel 2012.

### Figura 2.

Candidato di un decadimento del bosone di Higgs in quattro muoni acquisito da ATLAS nel 2012.

### Figura 3.

Distribuzione di massa per il canale con due fotoni. L'evidenza più forte sull'esistenza di questa nuova particella è fornita dall'analisi di eventi con due fotoni. La linea punteggiata mostra il fondo fisico misurato e associato a processi fisici conosciuti. La linea piena mostra un fit assumendo la presenza di un segnale sovrapposto al fondo. La nuova particella si presenta come un eccesso attorno alla massa di 126.5 GeV. L'analisi statistica completa conclude che la probabilità che tale picco sia prodotto da una fluttuazione del fondo è di tre parti su un milione.

### Figura 4.

Distribuzione della massa per il canale con quattro leptoni. La ricerca con il segnale atteso più puro è realizzata esaminando eventi con due bosoni Z che decadono ciascuno in coppie di elettroni o muoni. Nella regione di massa da 120 a 130 GeV, si osservano 13 eventi mentre soltanto 5.3 sono attesi. L'analisi completa conclude che la probabilità che tale picco sia prodotta da una fluttuazione del fondo è di tre parti su diecimila.

### Figura 5.

Limiti sperimentali da ATLAS sulla produzione del bosone di Higgs previsto dal Modello Standard nell'intervallo di massa 110-160 GeV. La curva piena riflette il limite osservato per la produzione di un bosone di Higgs in funzione della sua massa (asse orizzontale). La regione per la quale la curva scende al disotto della linea orizzontale posizionata al valore 1 e' esclusa con un livello di confidenza (CL) del 95%. La curva tratteggiata mostra il limite atteso in assenza del bosone di Higgs in funzione della sua massa, ed e' calcolata con simulazioni Monte Carlo. Le bande di colore verde e giallo corrispondono a regioni rispettivamente con il 68% e 95% di livello di confidenza attorno al limite atteso. Valori della massa del bosone di Higgs compresi in un intervallo stretto compreso da 123 GeV a 130 GeV non possono essere esclusi al 95% CL.

### Figura 6.

Probabilita' che il fondo fisico produca un eccesso di eventi simile a quello di un segnale fisico, in funzione della massa del bosone di Higgs. A quasi tutte le masse, questa probabilita (curva piena) e' almeno di qualche percento; tuttavia, attorno a 126.5 GeV si riduce a  $3 \times 10^{-7}$ , come dire una possibilita' su tre milioni: questo valore rappresenta la soglia delle "5-sigma" normalmente impiegata per la scoperta di una nuova particella. Il bosone di Higgs cosi' come previsto dallo Standard Model produrrebbe a questa massa un valore prossimo a 4.6 sigma.

### Per saperne di piu' su ATLAS

- ATLAS Home Page: <http://atlas.ch>
- ATLAS Live Webcast Streams: <http://cern.ch/atlas-live>
- Twitter: <http://twitter.com/ATLASexperiment>
- Google+: <http://gplus.to/ATLASExperiment>
- Facebook: <http://www.facebook.com/ATLASexperiment>
- YouTube: <http://www.youtube.com/TheATLASExperiment>

ATLAS Blog: <http://atlas.ch/blog>