

Ricerca di Z' nel canale dimuonico con l'esperimento CMS

Relatore: Prof. Simone Paoletti paoletti@fi.infn.it

Correlatore: Prof. Vitaliano Ciulli Vitaliano.Ciulli@fi.infn.it

Candidato: Saverio Mariani saverio.mariani@stud.unifi.it

Il Modello Standard, descrivendo i fermioni fondamentali e i bosoni che ne mediano le interazioni, rappresenta uno dei risultati più accurati nel campo della fisica delle particelle. Ciononostante, importanti questioni teoriche e evidenze sperimentali ne richiedono un'estensione. Alcune teorie prevedono repliche dei bosoni vettoriali di *gauge* Z e W , alle quali ci si riferisce solitamente con i simboli Z' e W' , alla scala di massa del TeV.

Il seguente lavoro è una ricerca del bosone Z' nei dati raccolti dall'esperimento CMS nel 2015 che corrispondono a una luminosità integrata pari a $2.67 fb^{-1}$ di collisioni pp a un'energia nel centro di massa di 13 TeV. Sebbene il metodo sperimentale di conteggio seguito sia indipendente dal modello teorico per la Z' , l'interpretazione dei risultati dipende da questo. Si distinguono quindi la *narrow width approximation* (NWA), in cui si assume trascurabile la larghezza della Z' , e la *full width approximation* (FWA), dove invece la larghezza varia (secondo il modello teorico considerato) proporzionalmente alla massa della Z' . Nel secondo caso esiste una probabilità non nulla che vengano prodotte Z' fortemente *off-shell*, cioè a valori di massa diversi da quello nominale, con il risultato che il segnale ricostruito presenta un'evidente spalla a bassa massa invariante.

Già durante il *Run 1* di LHC l'esperimento CMS ha compiuto la ricerca della Z' nei canali di decadimento $Z' \rightarrow \mu^+\mu^-$ e $Z' \rightarrow e^+e^-$ ponendo limiti superiori alla sezione d'urto del processo. L'incremento di energia col *Run 2* (da 7-8 TeV a 13 TeV di energia nel centro di massa) permette, già con luminosità integrata di un ordine di grandezza inferiore a quella del *Run 1*, di ampliare il campo di massa invariante esplorabile.

Nella tesi ho considerato il canale di decadimento dimuonico $Z' \rightarrow \mu^+\mu^-$. La strategia seguita è quella di isolare la segnatura a due muoni, tali da formare una coppia di segno opposto e da rispettare alcune soglie in impulso trasverso, in isolamento e nella qualità della ricostruzione nel rivelatore, e di ricercare nella loro distribuzione in massa invariante un picco sopra i processi di fondo e riconducibile al decadimento di interesse.

Più in particolare, in questo lavoro ho prima simulato la distribuzione in massa invariante attesa dal segnale della Z' per vari valori di massa, quindi ho analizzato i dati di CMS contando il numero di eventi residui dopo la sottrazione del fondo aspettato per vari punti di massa, derivando infine il limite superiore alla sezione d'urto di produzione e decadimento in coppie $\mu^+\mu^-$. Per quanto riguarda la simulazione del segnale, si è ricavato per ciascun punto di massa la distribuzione attesa applicando, tramite una procedura di *smearing*, le curve che parametrizzano l'efficienza e la risoluzione del rivelatore CMS alle distribuzioni ideali di massa invariante dei muoni ottenute a livello di generatore. Nel conteggio degli eventi si è considerata una finestra di $\pm 2\sigma$ (essendo σ la risoluzione sperimentale) intorno a ciascun punto di massa, contando il numero di eventi registrati da CMS e la quantità di fondo aspettata in base alle simulazioni Monte Carlo. Sfruttando poi le relazioni valide per la statistica di Poisson, ho ottenuto per i vari punti di massa un limite superiore al numero di eventi di segnale, dal quale poi ho dedotto quello sulla sezione d'urto dividendo per luminosità integrata e per l'efficienza di rivelazione e di conteggio valutata nei due casi di NWA e FWA. Confrontando questi limiti con la sezione d'urto teorica nell'ipotesi FWA, ho potuto escludere al 95% di livello di confidenza la presenza di Z' a masse inferiori a 3023 GeV.