

Studio degli algoritmi di b-tagging per il canale $H \rightarrow W^+W^-$ con il rivelatore CMS ad LHC

Relatore: Prof. Vitaliano Ciulli (vitaliano.ciulli@unifi.it)

Correlatore: Dott. Lorenzo Viliani (lorenzo.viliani@fi.infn.it)

Candidato: Benedetta Camaiani (benedetta.camaiani@stud.unifi.it)

Nel 2012 le collaborazioni CMS e ATLAS del Large Hadron Collider annunciano la scoperta del bosone di Higgs. Si tratta di una particella elementare, massiva e scalare che segna il completamento del Modello Standard, teoria che descrive le particelle elementari e le loro interazioni. Negli anni successivi si sono studiate le proprietà di questo nuovo bosone in diversi canali di produzione e decadimento nelle collisioni protone-protone ad una energia nel centro di massa di 7, 8 e 13 TeV, al fine di verificare l'accordo con le previsioni teoriche. Di particolare interesse è il canale di decadimento completamente leptonic $H \rightarrow W^+W^- \rightarrow l^+\nu l^-\bar{\nu}$, che prevede nello stato finale due leptoni e due neutrini. Questo canale ha una probabilità molto elevata e uno stato finale chiaramente riconoscibile. Tuttavia questo stesso stato finale può derivare anche da processi diversi e quindi non riconducibili al bosone di Higgs, detti *processi di fondo*. Uno dei principali tra questi è quello dovuto alla produzione di coppie $t\bar{t}$, il cui stato finale ($t\bar{t} \rightarrow W^+W^-b\bar{b}$) si differenzia da quello di segnale solo per la presenza dei *quark b*, i quali danno luogo in un rivelatore ai cosiddetti *jet adronici*.

In questo lavoro di tesi, svolto nella collaborazione CMS, si affronta la problematica della selezione del canale di interesse rispetto a questo tipo di fondo, mediante la tecnica del *b-tagging*. Si tratta di una particolare tecnica di analisi che sfrutta la presenza dei quark b negli eventi di fondo e, in particolare, le caratteristiche peculiari che questo conferisce ai jet adronici da lui stesso originati. Lo studio è incentrato su quattro diversi algoritmi di b-tagging, sviluppati e utilizzati dalla collaborazione CMS al fine di distinguere i jet prodotti da quark b (*b-jet*) da quelli prodotti da quark leggeri o da gluoni, generalmente presenti negli eventi di segnale. Ad ogni jet viene infatti associato un certo valore del discriminatore dell'algoritmo utilizzato. Applicando un taglio a questo è possibile determinare se si tratti di un jet da b o meno. Bisogna però considerare il fatto che queste tecniche non riescono a selezionare in maniera completamente efficiente i jet da b, e allo stesso tempo possono identificare come b-jet dei jet che in effetti non provengono da quark b. Utilizzando campioni da simulazione Monte Carlo del fondo $t\bar{t}$ e dei due principali meccanismi di produzione del bosone di Higgs (Gluon Fusion e Vector Boson Fusion), per quattro sottocategorie di analisi si è quindi valutata l'efficienza di b-veto sul segnale e la reiezione sul fondo per vari tagli sul discriminatore degli algoritmi considerati. Si sono quindi costruite le curve ROC e si è proceduto a scegliere l'algoritmo con prestazioni migliori per ciascuna delle sottoclassi. Tale scelta è stata effettuata identificando l'algoritmo che tra i quattro forniva il valore più grande della significanza al variare della soglia imposta sul discriminatore e, una volta individuato, si è risaliti al taglio per il quale questo massimo era raggiunto. Questo lavoro di tesi ha permesso dunque di individuare per ogni categoria l'algoritmo migliore e il punto di lavoro ottimale per separare il segnale dal fondo. Un risultato che sarà utilizzato nell'analisi, ancora in corso, volta a misurare la sezione d'urto di produzione del bosone di Higgs, nel canale di decadimento $H \rightarrow W^+W^- \rightarrow l^+\nu l^-\bar{\nu}$, con tutti i dati raccolti dall'esperimento CMS.