

Búsqueda del canal $W_H \rightarrow T_H b$ en el modelo *Twin Higgs from Left-Right symmetry* en el detector ATLAS

S. Gonzalez de la Hoz¹, E. Oliver¹, E. Ros¹, J. Salt¹, M. Villaplana¹
y M. Vos¹

¹Departamento de Investigación en Física Experimental, IFIC - Instituto de Física Corpuscular (Centro Mixto UVEG-CSIC), E-46071 Valencia

El modelo *Twin Higgs from Left-Right Symmetry* [1] resuelve el problema de jerarquía de masas introduciendo una simetría entre estados polarizados a izquierdas y a derechas. Esta nueva simetría, al romperse, introduce nuevos términos en el Lagrangiano que cancelan las divergencias cuadráticas (a *Next to Leading Order*) en la masa del bosón de Higgs. La masa es el único parámetro libre en este modelo y de entre sus predicciones destacan bosones *gauge* $SU(2)_R$, quarks *vector-like* y un candidato natural a materia oscura (h^0_2) [2].

El canal $W_H \rightarrow T_H b$ no aparece en otros modelos como *Little Higgs* por lo que será vital a la hora de confirmar o descartar los mismos. Por otro lado, la señal a buscar ($4b + \text{leptón} + \text{neutrino}$) constituye un escenario ideal para el estudio de *b-tagging* en jets de alto p_T . Además, ya existe un estudio similar utilizando una simulación rápida (ATLFAST) del detector ATLAS [3] por lo que tenemos también la posibilidad de comparar nuestros resultados, obtenidos usando la simulación completa del detector, con los obtenidos anteriormente.

Empezamos por crear una muestra de 20000 sucesos de señal para un W_H de $1 \text{ TeV}/c^2$ utilizando el software de generación, simulación y reconstrucción de ATLAS. En el proceso de generación utilizamos Pythia v.6.4 y GEANT4 en la simulación. En la reconstrucción incluimos información del algoritmo de reconstrucción de trazas IpatRec necesaria para estudiar el *b-tagging* en jets de alto p_T . De la misma forma creamos una muestra de 20000 sucesos de fondo $t\bar{t}b$ (semileptónico + dileptónico) pero, en este caso, añadimos cortes en generación para aumentar la estadística ($p_T > 100 \text{ GeV}$ y $\sqrt{s} > 500 \text{ GeV}$). Todo el proceso se ha llevado a cabo utilizando los recursos del *Tier-2* y del *Tier-3* de ATLAS en el IFIC [4] y han servido para testear y poner a punto la infraestructura.

Para la reconstrucción del bosón W_H utilizamos el método conocido como *mass template* que consiste en ir reconstruyendo cada una de las partículas intermedias de la desintegración (W^\pm , t , ϕ^\pm y T_H) quedándonos en cada caso con el candidato cuya masa reconstruida sea más parecida al valor predicho por la teoría para dicha partícula (Tabla 1).

Se conoce como *b-tagging* el proceso de identificación de jets procedentes de un quark b (*b-jets*). En este caso se ha utilizado una combinación de dos algoritmos que aprovechan la vida media del quark b ($c\tau = 450 \mu\text{m}$) que son IP3D (*Impact Parameter in 3D*) y SV1 (*Secondary Vertex Reconstruction*). IP3D utiliza el parámetro de impacto (IP) de las trazas asociadas al jet. IP se define como la distancia mínima entre el vértice primario y la prolongación de la dirección de la traza en el plano transversal (d_0) o en la

Particle	Mass (GeV)	Decay	BR
W_H	1000	$T_H b$	20%
T_H	500	$\phi^\pm b$	80%
ϕ^\pm	200	$t\bar{b}$	100%
t	175	$W^\pm b$	100%
W^\pm	80	$l\nu$	21%

Tabla 1. Partículas intermedias utilizadas en la reconstrucción de W_H .

dirección longitudinal (z_0). Puesto que la desintegración se produce lejos del vértice primario, es de esperar que las trazas que pertenecen a un b -jet tengan un IP grande. SV1 reconstruye el vértice secundario asociado al jet. La probabilidad de encontrar un vértice secundario en un b -jet es alta, mientras que la misma probabilidad en un u -jet es baja. Estos algoritmos asignan a cada jet un peso de forma que jets con una probabilidad grande de ser b -jets tendrán un peso grande mientras que a jets ambiguos o claramente procedentes de otro quark les corresponderá un peso pequeño o incluso negativo.

En nuestro estudio aplicamos un corte sobre la suma de los pesos de los cuatro jets usados en la reconstrucción ya que, puesto que nuestra señal tiene 4 b -jets y nuestro fondo solo 2 jets, esta variable tiene un importante poder discriminante. Empezamos con algoritmos optimizados para jets de alto p_T . Sin embargo, el canal $W_H \rightarrow T_H b$ tiene b -jets en un amplio rango de energías por lo que nos vimos obligados a volver a optimizar los algoritmos para mejorar el rechazo de sucesos de fondo. Finalmente fijamos el corte a $\sum jet\ weight > 34$ consiguiendo un rechazo del 95% de sucesos de fondo para una eficiencia del 20% de la señal.

En la figura 1 puede verse el efecto del b -tagging en la reconstrucción del bosón W_H . Aunque tanto la reconstrucción cinemática de los sucesos como el b -tagging funcionan peor con la simulación completa de ATLAS de lo que lo hacían con ATLFast aun conseguimos significancia estadística para un W_H de $1\text{ TeV}/c^2$ (Tabla 2).

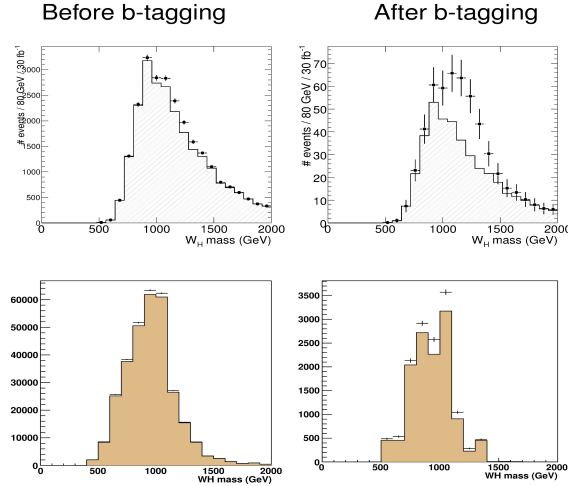


Figura 1. Efecto del b -tagging en la reconstrucción de W_H ($1\text{ TeV}/c^2$). Se muestra señal + fondo (puntos con error) y fondo (area coloreada). (Arriba) AtlFast. (Abajo) Full simulation.

selection	Atlfast		Full	
	no b-tag	b-tag	no b-tag	b-tag
signal	1058	138	4414	917
$t\bar{t}$	23500	392	193537	7251
S/\sqrt{B}	6.9	7.0	10.0	10.8
S/B	0.05	0.4	0.02	0.13

Tabla 2. Significancias en función del tipo de simulación usada y del b -tagging aplicado.

Agradecimientos: Queremos expresar nuestro agradecimiento al apoyo de la Agencia Financiadora (Plan Nacional de Altas Energías) procedente del proyecto de referencia FPA2007-66708-C03-01.

Referencias

1. Z. Chacko, H.S. Goh, R. Harnik, JHEP 0601 (2006) 108, hep-ph/0512088
2. H.S. Goh, S. Su, Phys. Rev. D 75 (2007) 075010
3. G. H. Brooijmans et al. Feb 2008 arXiv:0802.3715 [hep-ph]
4. S.González et al. 2009-03 CGW08, pag 69-77 ISBN:978-83-61433-002 CLAVE: A