HIGGS MSSM DESINTEGRÁNDOSE A QUARKS TOP

S. González de la Hoz
(IFIC)
Centro Mixto Universitat de València-CSIC
46100 Burjassot, Spain

- Defectos del Modelo Estándar (SM)
- *Minimal Supersymmetric Extension of the Standard Model* (MSSM)
- Higgs MSSM desintegrándose a quarks top
- Importancia del LHC y del detector ATLAS en este canal
- Observabilidad del $H/A \to t\bar{t}$ en el detector ATLAS

1. Defectos del Modelo Estándar

- Problema de Masa:
  - Por qué no hay masas cerca de la cte. de Planck $m_P = 10^{19}$ GeV?
- Problema de Unificación:
  - Pueden ser unificadas todas las interacciones entre partículas en un solo grupo?
- Problema del Sabor:
  - Cuál es el origen de los 6 sabores de cada uno de los quarks, leptones y de la violación de CP?

2. MSSM

- Motivación teórica para construir modelos alternativos al SM.
- En el MSSM la motivación teórica viene del hecho de que la ruptura de supersimetría ocurre en la vecindad de la escala electrodébil.
- El MSSM requiere 2 dobletes de Higgs v_1, v_2, para dar masas a los quarks y leptones. El SM sólo un doblete.
- El MSSM contiene dos estados físicos cargados del Higgs $(H^{\pm})$ y tres neutros (h, H, A). El SM sólo uno (H).
- La masa de los bosones de Higgs y los acoplamientos pueden ser expresados en términos de 2 parámetros libres $(m_A, tan\beta = v_2/v_1)$. El SM sólo 1 parámetro (m_H).
- Las partículas supersimétricas (squarks, sleptons, etc..) juegan un importante papel en la producción y desintegración del Higgs.

3. Higgs MSSM desintegrándose a quarks top

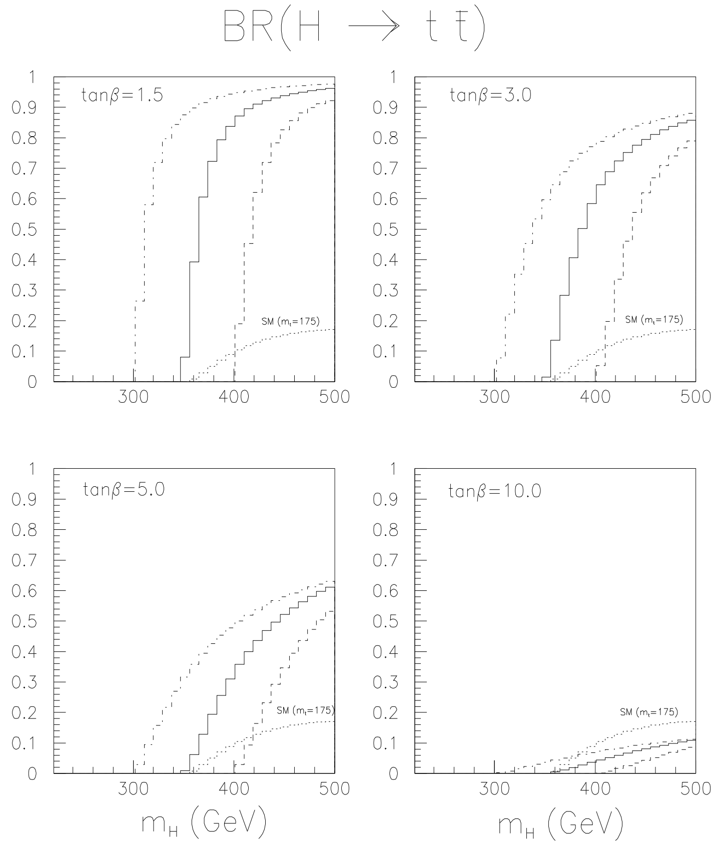
- El canal H/A $\rightarrow$ t$\bar{\rm t}$ es uno de los más interesantes para la búsqueda del Higgs en el MSSM.

- En el SM la probabilidad de desintegración (BR) del H $\rightarrow$ t$\bar{\rm t}$ es del $\sim$ 10%. En el MSSM para el H/A $\rightarrow$ t$\bar{\rm t}$ es aproximadamente del 100%, cuando m_H,$m_A \geq 2m_t$ y tanβ $\sim$1.

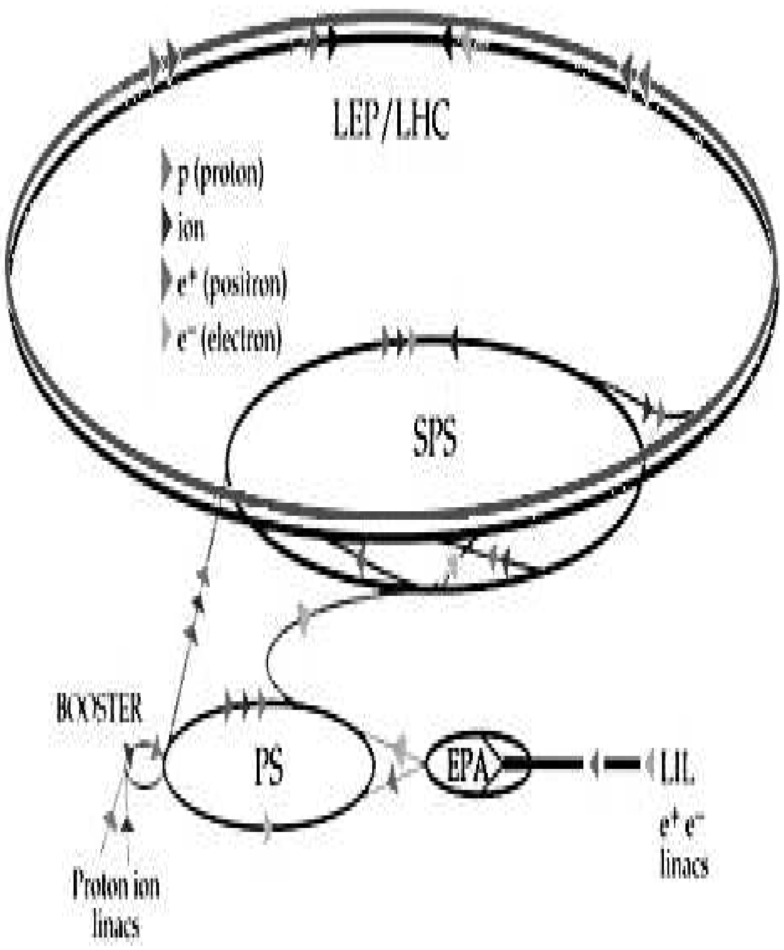
- Las desintegraciones H $\rightarrow$ t$\bar{\rm t}$ y A $\rightarrow$ t$\bar{\rm t}$ no son distinguibles experimentalmente, debido a que ambos bosones están degenerados en masa.

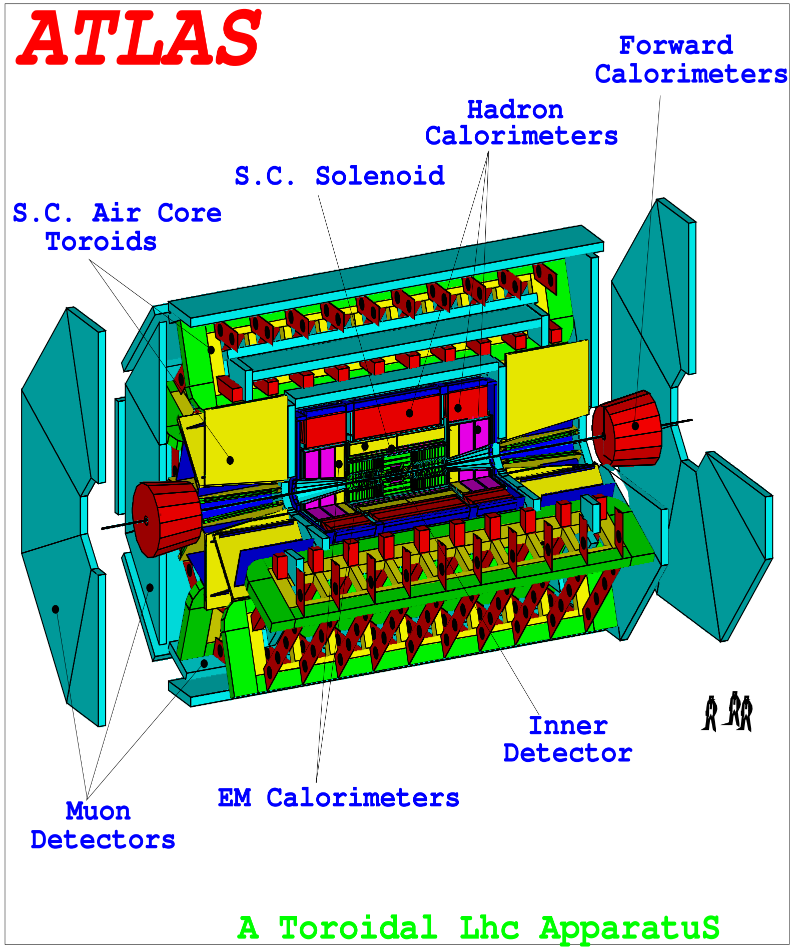
- La estrategia para identificar este canal es buscar estados finales de la forma WWb$\bar{\rm b}$. Los dos top se desintegran t $\rightarrow$ Wb, seguidos de una desintegración semileptónica de uno de ellos (W $\rightarrow$ $l\nu$) y hadrónica del otro (W $\rightarrow$ jj).

- Los posibles procesos de *Background* se dividen en dos categorías:
  - El *background* irreducible, que consiste en el canal $t\bar{t} \to jjbl\nu b$.
  - El *background* reducible que contiene *multi-jets* en el estado final, como por ejemplo W + jets.



4. LHC y ATLAS


LEP/LHC
p (proton)
ion
e+ (positron)
e- (electron)
SPS
BOOSTER
PS
EPA
LIL
e+ e-
linacs
Proton ion
linacs


ATLAS
Forward
Calorimeters
Hadron
Calorimeters
S.C. Solenoid
S.C. Air Core
Toroids
Inner
Detector
EM Calorimeters
Muon
Detectors
A Toroidal Lhc ApparatuS

- El LHC (14 TeV en CM y luminosidad $10^{34} cm^{-2} s^{-1}$) es importante porque supone una exploración en una nueva región del espacio de parámetros inaccesible en LEP. Además nos dará una posible confirmación de los estados físicos del Higgs dentro del MSSM.

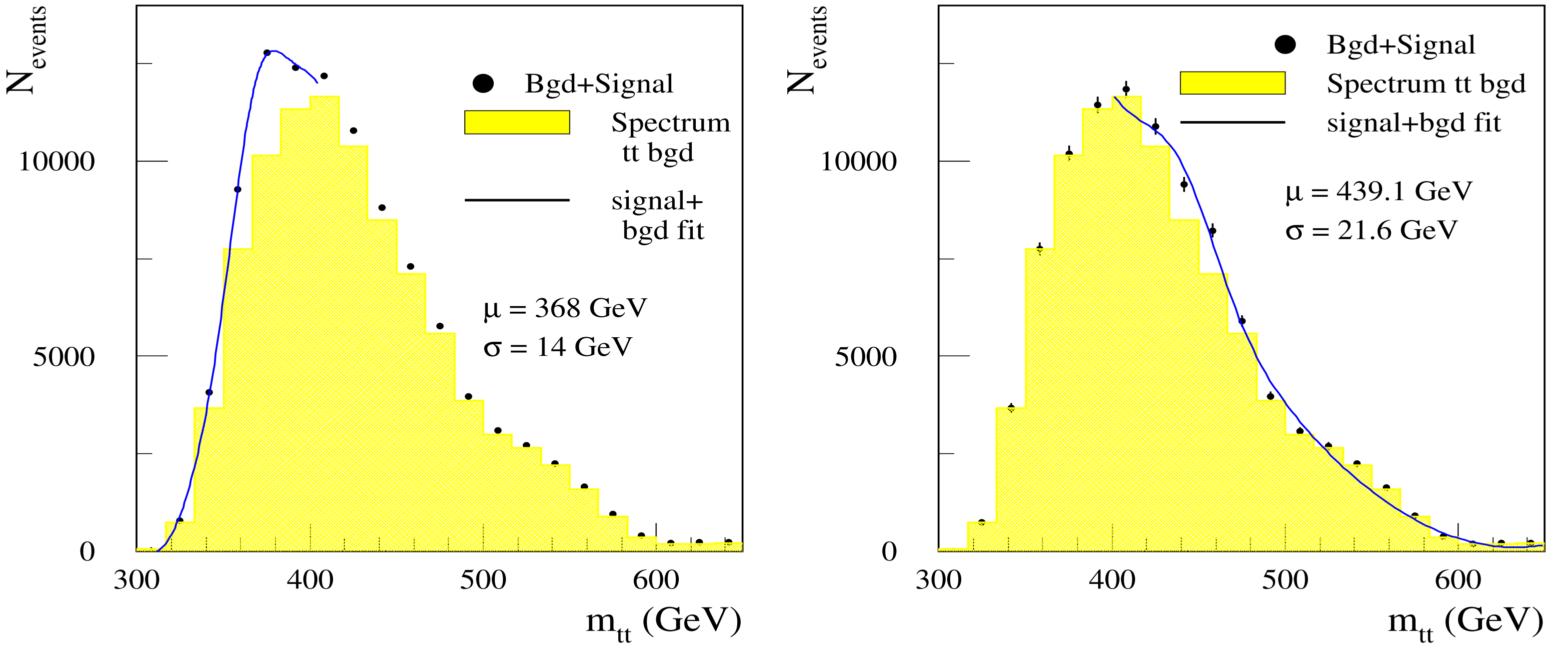
- La calorimetría de ATLAS juega una papel muy importante:
  - Detección de *jets*.
  - Reconstrucción de la E_T^{miss}.
  - Reconstrucción de la masa *jet-jet*.
  - Precisión de la medida de la energía y posición de los electrones y fotones.
  - Separación de electrones y fotones procedentes de hadrones y *jets*.
  - Desintegraciones hadrónicas del τ.

5. Observabilidad del H/A → $t\bar{t}$ en el detector ATLAS

- Herramientas utilizadas para la simulación por Monte Carlo:
  - Para generar los sucesos de señal y de *background* utilizamos PYTHIA 5.7.
  - Los sucesos generados "pasan" a través de una simulación rápida del detector ATLAS, ATLFAST. Este programa nos permite reconstruir *jets* y leptones aislados con las resoluciones energéticas y aceptancias esperadas para ATLAS.

- Reconstrucción de la señal ($t\bar{t}$) :
  - El intervalo de masas estudiado ha sido $m_{H/A}$=350-500 GeV, para una luminosidad integrada de $3\ 10^4 pb^{-1}$, de $10^5 pb^{-1}$ y $\tan\beta$=1.5.

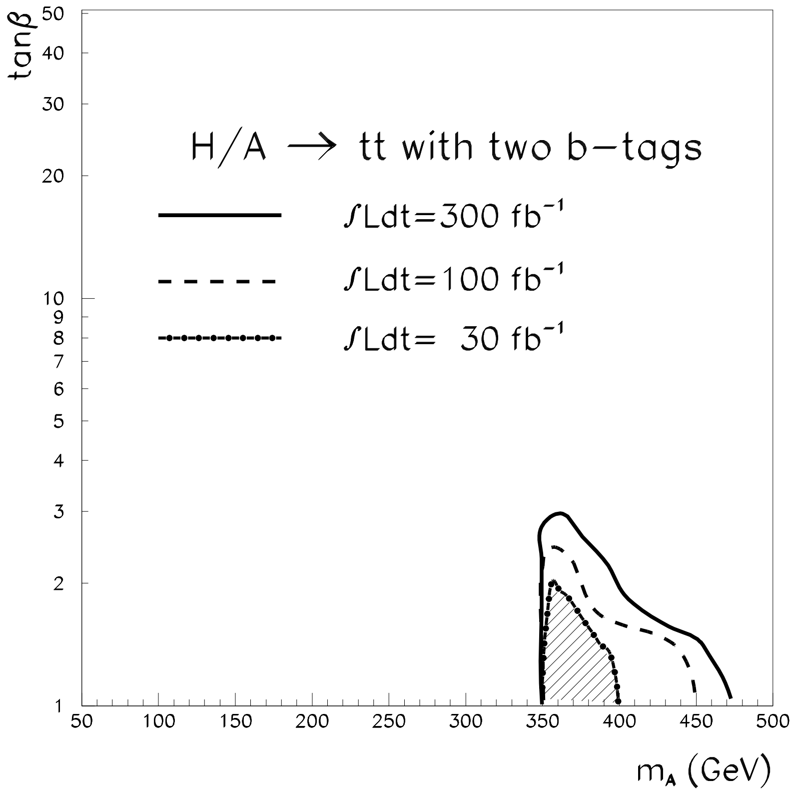
- Cortes aplicados: 4 *jets* en el estado final (2 b-*jets*); 1 leptón cargado aislado; $P_T(l) > 20$ GeV para electrones, $P_T(l) > 6$ GeV para muones y $|\eta| < 2.5$; P_T(todos los *jets*)$>$ 40 GeV y $|\eta| < 2.5$.
- El *background* $t\bar{t}$ (irreducible) es mucho mayor que el resto (reducibles, como por ejemplo W + *jets*) después de aplicar esta serie de cortes y de reconstruir ambos quarks top.
- Existe una interferencia negativa entre las secciones eficaces de producción del H/A $\rightarrow t\bar{t}$ y del *background* $t\bar{t}$, produciendo una supresión del 30%, 50%, 70% y 90% para $m_{H/A}$ de 370 GeV, 400 GeV, 450 GeV y 500 GeV en el número de sucesos esperados de Higgs.
- La resolución esperada, σ_m, en la distribucción de masa invariante, m_{tt}, aumenta de 14 GeV hasta 22 GeV conforme la $m_{H/A}$ aumenta desde 370 GeV a 450 GeV.



- Ajustamos la señal y el *background* a un polinomio más una gaussiana.
- Para el caso $m_{H/A}$=400 GeV, la señal sólo podrá ser observada como un exceso de sucesos sobre el *background*, ya que éste está centrado alrededor del valor $m_{H/A}$.

m_H (GeV)	370	400	450
$\sigma \times$ BR (pb)(sin supresión)	11.8	8.4	4.8
$\sigma \times$ BR (pb) (supresión)	8.3	4.2	1.4
Signal #			
(Baj. Lum.)	3190	2120	980
(Alt. Lum.)	7380	4900	2270
Backgr. #			
(Baj. Lum.)	34200	39500	52900
(Alt. Lum.)	79100	91400	122400
Significan. (Alt. Lum.)			
=S/$\sqrt{B}$; =S/0.01B	17.3	5.4	4.3
Significan. (Baj. Lum.)			
=S/$\sqrt{B}$; =S/0.01B	26.2	5.4	6.5

6. Conclusiones



- Curvas *5σ-discovery* de contorno en el plano (m_A,tanβ).