

Física de Altas Energías

El Modelo Estándar describe:

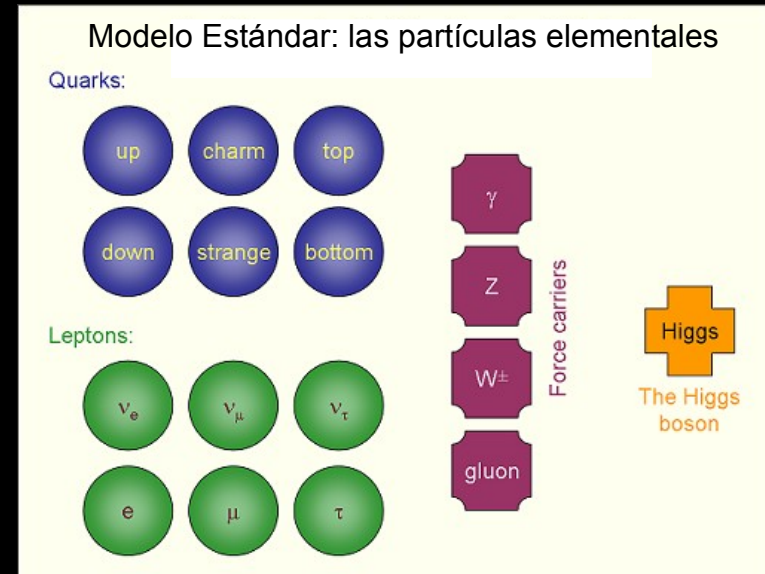
- los componentes elementales de la materia.
- las fuerzas de interacción entre ellos.
- los resultados experimentales hasta ahora.

Pero sabemos que es incompleto:

- Física más allá del Modelo Estándar.

La líneas de trabajo en el DF son:

- ▶ Fenomenología del Modelo Estándar: D. de Florian, R. Sassot, E. Alvarez
- ▶ Más allá del Modelo Estándar / Supersimetría: E. Alvarez, D. Lopez, C. Schat
- ▶ Altas energías experimental en el LHC: R. Piegaiia, G. Otero y Garzon
- ▶ Física hadrónica/nuclear y teorías efectivas: C. Schat



Fenomenología del Modelo Estándar

Investigadores: Daniel de Florian, Rodolfo Sassot

Posdocs: Francesco Coradeschi, Roger Hernandez Pinto

Estudiantes: Manuel Epele, Nerina Fidanza, Romina Llubaroff,
Javier Mazzitelli, Yamila Rotstein, German Sborlini

Estructura Hadrónica:

- Hadronización y funciones de fragmentación ←
- Distribuciones partónicas en medios nucleares
- Origen del espín del protón

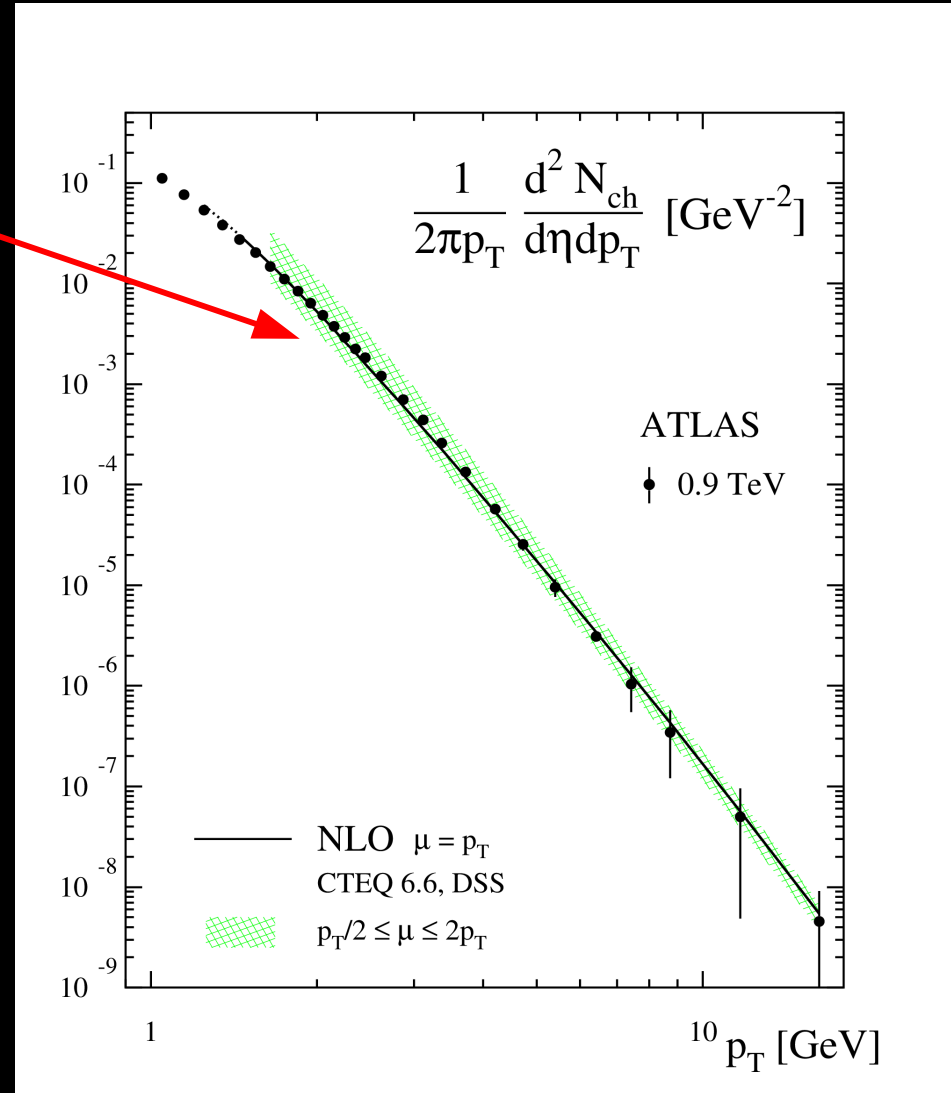
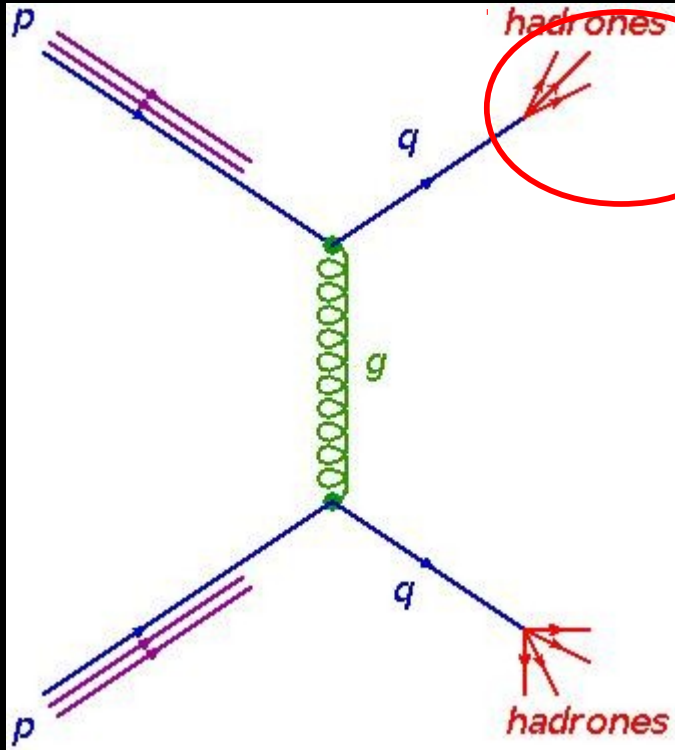
Física del bosón de Higgs:

- Cálculo de secciones eficaces (señal y background) ←
- Correcciones radiativas de QCD a órdenes superiores
- LHC Higgs Cross Section Working group

HXS WG

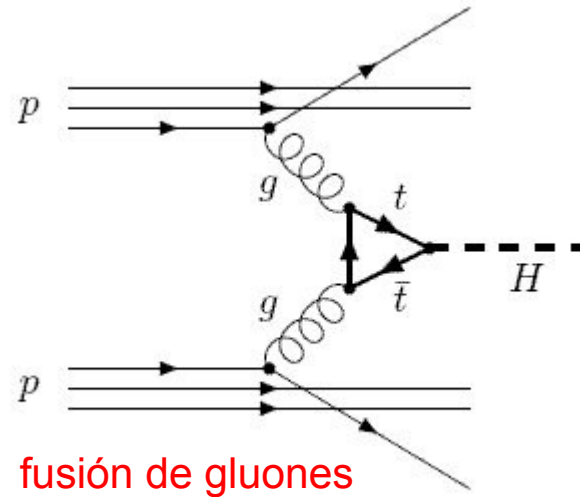
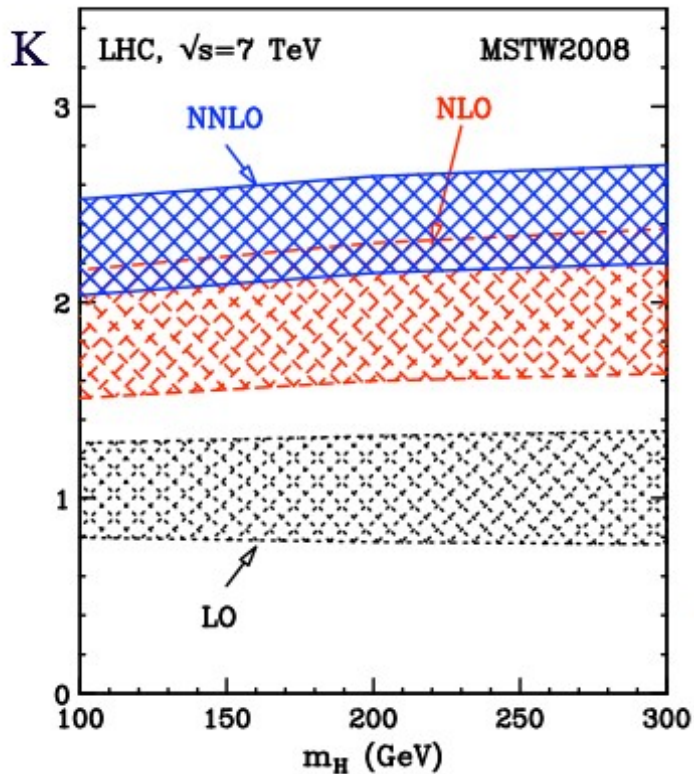
Fenomenología del Modelo Estándar

Hadronización y funciones de fragmentación



Física del bosón de Higgs:

predicción del principal canal de producción en el LHC (90%)



Las correcciones de QCD son enormes

~100% a 1 loop

~ 30% a 2 loops

Inclusión de numerosos efectos permiten llegar a precisión del ~10%

scale pdf + α_S

$$\sigma(m_H = 125 \text{ GeV}) = 19.27^{+7.2\%}_{-7.8\%} \text{ } ^{+7.5\%}_{-6.9\%} \text{ pb}$$

Física del bosón de Higgs:

predicción del principal canal de producción en el LHC (90%)

$$\begin{aligned}
 G_{gg}^{(3)SV-N}(M_H^2/\mu_R^2, M_H^2/\mu_F^2) &= \frac{4(A^{(1)})}{3} \ln^6 N \\
 &+ \ln^5 N \left[\frac{8(A^{(1)})^2 b_0 \pi}{3} + 8\gamma_E (A^{(1)})^2 - 4(A^{(1)})^3 \ln \frac{M_H^2}{\mu_F^2} \right] \\
 &+ \ln^4 N \left[4A^{(1)}A^{(2)} + \frac{4A^{(1)}b_0^2\pi^2}{3} + 2(A^{(1)})^2 C_{gg}^{(1)} + \frac{40(A^{(1)})^2 b_0 \pi \gamma_E}{3} + 16(A^{(1)})^3 \gamma_E^2 \right. \\
 &\quad \left. - 4(A^{(1)})^2 b_0 \pi \ln \frac{M_H^2}{\mu_R^2} + 4(A^{(1)})^3 \ln^2 \frac{M_H^2}{\mu_F^2} - \ln \frac{M_H^2}{\mu_F^2} \left(\frac{8(A^{(1)})^2 b_0 \pi}{3} + 16(A^{(1)})^3 \gamma_E \right) \right] \\
 &+ \ln^3 N \left[\frac{8A^{(2)}b_0\pi}{3} + \frac{4A^{(1)}b_1\pi^2}{3} + \frac{4A^{(1)}b_0\pi C_{gg}^{(1)}}{3} - 2A^{(1)}D^{(2)} + 8(A^{(1)})^2 b_0\pi \zeta(2) \right. \\
 &\quad + \frac{32(A^{(1)})^3 \gamma_E^3}{3} + 24(A^{(1)})^2 b_0\pi \gamma_E^2 + \gamma_E \left(16A^{(1)}A^{(2)} + \frac{16A^{(1)}b_0^2\pi^2}{3} + 8(A^{(1)})^2 C_{gg}^{(1)} \right) \\
 &\quad - \frac{4(A^{(1)})^3}{3} \ln^3 \frac{M_H^2}{\mu_F^2} + \ln^2 \frac{M_H^2}{\mu_F^2} \left(8(A^{(1)})^3 \gamma_E - 2(A^{(1)})^2 b_0\pi \right) - \ln \frac{M_H^2}{\mu_R^2} \left(\frac{8A^{(1)}b_0^2\pi^2}{3} \right. \\
 &\quad \left. + 16(A^{(1)})^2 b_0\pi \gamma_E \right) - \ln \frac{M_H^2}{\mu_F^2} \left(8A^{(1)}A^{(2)} + 4(A^{(1)})^2 C_{gg}^{(1)} + 8(A^{(1)})^2 b_0\pi \gamma_E \right. \\
 &\quad \left. + 16(A^{(1)})^3 \gamma_E^2 \right) + 8(A^{(1)})^2 b_0\pi \ln \frac{M_H^2}{\mu_F^2} \ln \frac{M_H^2}{\mu_R^2} \left. \right] \\
 &+ \ln^2 N \left[2A^{(3)} + 2A^{(2)}C_{gg}^{(1)} + 2A^{(1)}C_{gg}^{(2)} - 2b_0\pi D^{(2)} + 8A^{(1)}b_0^2\pi^2 \zeta(2) + 16(A^{(1)})^2 b_0\pi \gamma_E^3 \right. \\
 &\quad + \gamma_E^2 \left(8(A^{(1)})^2 C_{gg}^{(1)} + 16A^{(1)}A^{(2)} + 8A^{(1)}b_0^2\pi^2 \right) + \gamma_E \left(8A^{(2)}b_0\pi + 4A^{(1)}b_1\pi^2 \right. \\
 &\quad \left. + 4A^{(1)}b_0\pi C_{gg}^{(1)} - 4A^{(1)}D^{(2)} + 16(A^{(1)})^2 b_0\pi \zeta(2) \right) + 2A^{(1)}b_0^2\pi^2 \ln^2 \frac{M_H^2}{\mu_R^2} \\
 &\quad - 4(A^{(1)})^2 b_0\pi \ln^2 \frac{M_H^2}{\mu_F^2} \ln \frac{M_H^2}{\mu_R^2} + 16(A^{(1)})^2 b_0\pi \gamma_E \ln \frac{M_H^2}{\mu_F^2} \ln \frac{M_H^2}{\mu_R^2} + 2(A^{(1)})^2 b_0\pi \ln^3 \frac{M_H^2}{\mu_F^2} \\
 &\quad + \ln^2 \frac{M_H^2}{\mu_F^2} \left(4A^{(1)}A^{(2)} + 2(A^{(1)})^2 C_{gg}^{(1)} - 4(A^{(1)})^2 b_0\pi \gamma_E \right) + \ln \frac{M_H^2}{\mu_F^2} \left(2A^{(1)}D^{(2)} \right. \\
 &\quad \left. - 16A^{(1)}A^{(2)}\gamma_E - 8(A^{(1)})^2 C_{gg}^{(1)}\gamma_E - 8(A^{(1)})^2 b_0\pi \gamma_E^2 - 8(A^{(1)})^2 b_0\pi \zeta(2) \right) \\
 &\quad \left. - \ln \frac{M_H^2}{\mu_R^2} \left(4A^{(2)}b_0\pi + 2A^{(1)}b_1\pi^2 + 2A^{(1)}b_0\pi C_{gg}^{(1)} + 8A^{(1)}b_0^2\pi^2 \gamma_E + 16(A^{(1)})^2 b_0\pi \right) \right]
 \end{aligned}$$

El Modelo Estándar y búsqueda de nueva física

Investigadores: Ezequiel Alvarez

Estudiantes: E. Coluccio-Leskow & J.I. Sánchez-Vietto

Colaboradores: Alejandro Szyrkman (UNLP), Leandro da Rold (Balseiro)

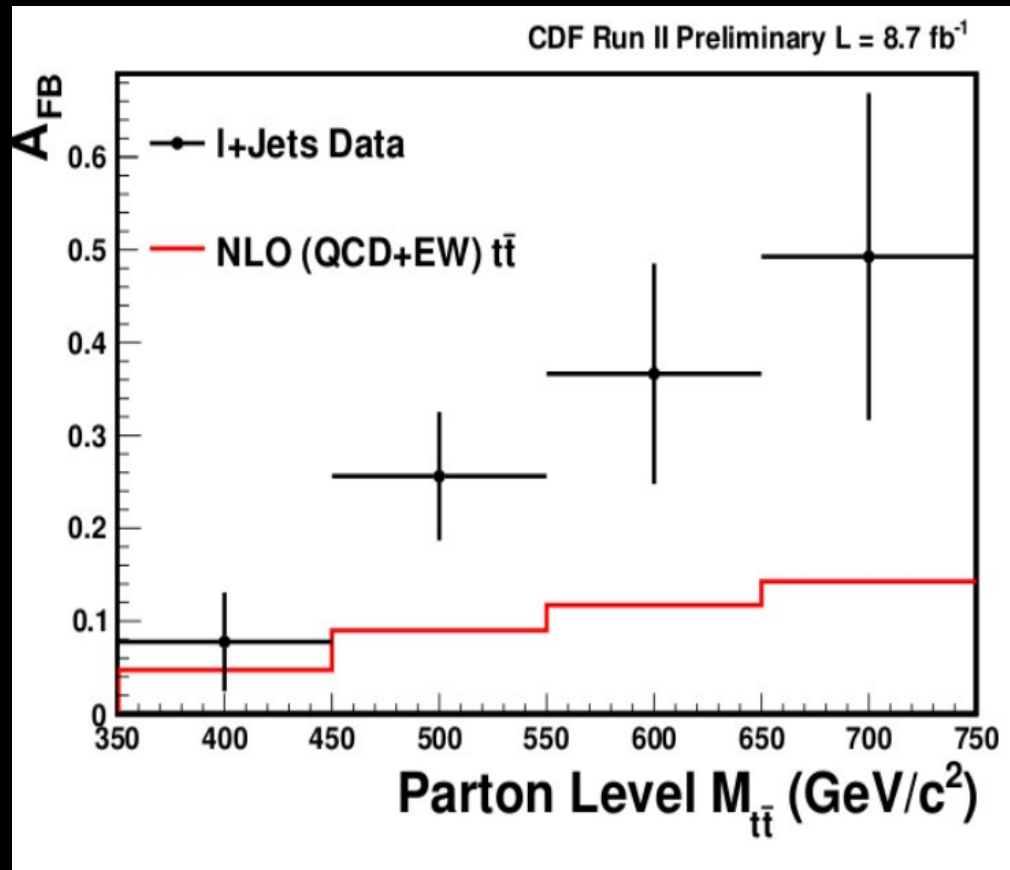
Diversos modos de buscar nueva física (compatible con el ME !):

- Extensiones fundamentadas en conceptos teóricos, como simetrías o propiedades matemáticas.
- A partir de observables que se aparten de lo esperado (pocos!): proponer un modelo, generalmente fenomenológico, para explicarlo.
- Crear un modelo compatible con la observaciones presentes y proponer observables donde la predicción difiera de la del ME.

Siempre: interacción estrecha entre experimentos y teoría

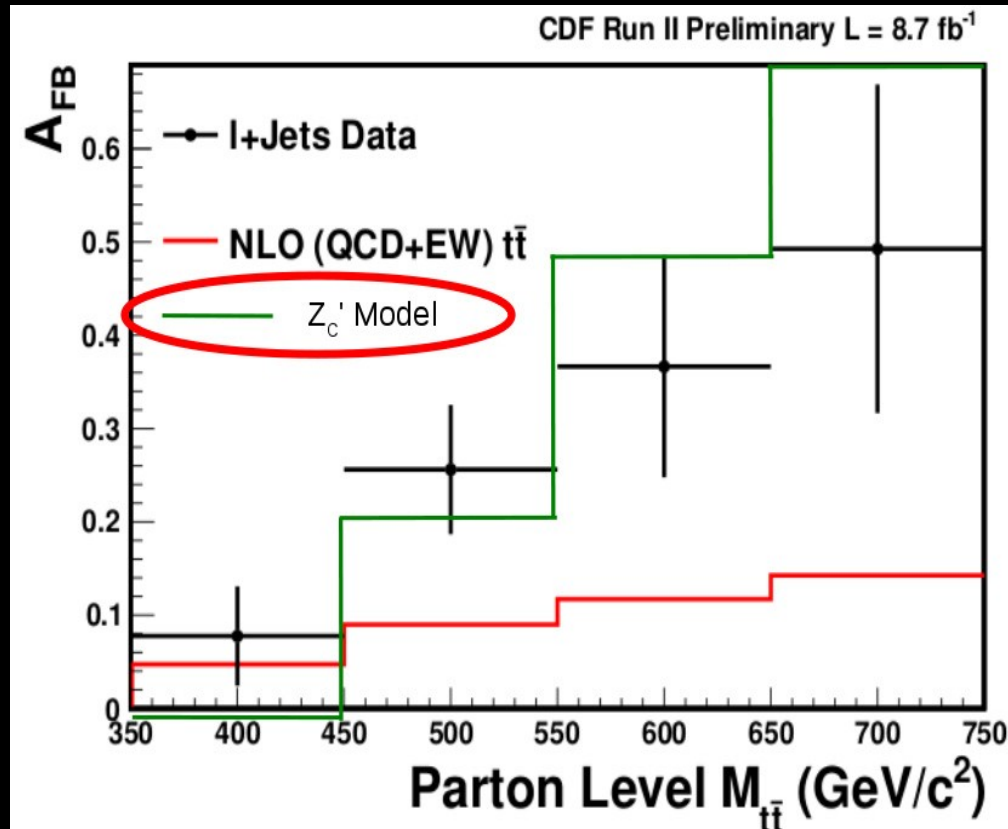
El Modelo Estándar y búsqueda de nueva física

Ejemplo: la asimetría adelante/atrás en la producción de pares de quarks top-antitop da 2 - 3 sigmas mayor que la predicción del Modelo Estándar



El Modelo Estándar y búsqueda de nueva física

Solución de nueva física: propuesta de una nueva partícula con interacciones anómalas, Z'



Supersimetría

Investigadores: Daniel Lopez, Carlos Schat, Gastón Giribet

Estudiantes: Cintia Wyllemyns

En el Modelo Estándar las masas de los neutrinos son cero, no existe un candidato a materia oscura, no está incluida la gravedad...

- ▶ La materia oscura constituye más del 80% de la materia.
- ▶ Los neutrinos tienen masa.
- ▶ La gravedad existe ...

Modelos supersimétricos:

- cada partícula tiene un supercompañero
- elegancia teórica
- solucionan problemas teóricos del ME
- incorporan la materia oscura

Supersimetría

El más famoso es el MSSM (Minimal Supersymmetric Standard Model)

→ Provee un candidato natural para la materia oscura: LSP

→ NO es capaz de explicar las masas de los neutrinos.

→ Sufre del **μ -problem**

Modelo propuesto por Daniel et al: $\mu\nu$ SSM (μ -from- ν Supersymmetric)

→ Las masas y propiedades de los neutrinos surgen naturalmente

→ El μ -problem del MSSM queda solucionado

→ No hay LSP: el gravitino (supercompañero del gravitón) es un buen candidato de materia oscura (vida media superior a la del Universo)

▶ El grupo estudia la fenomenología del MSSM, del $\mu\nu$ SSM, y de sus extensiones.

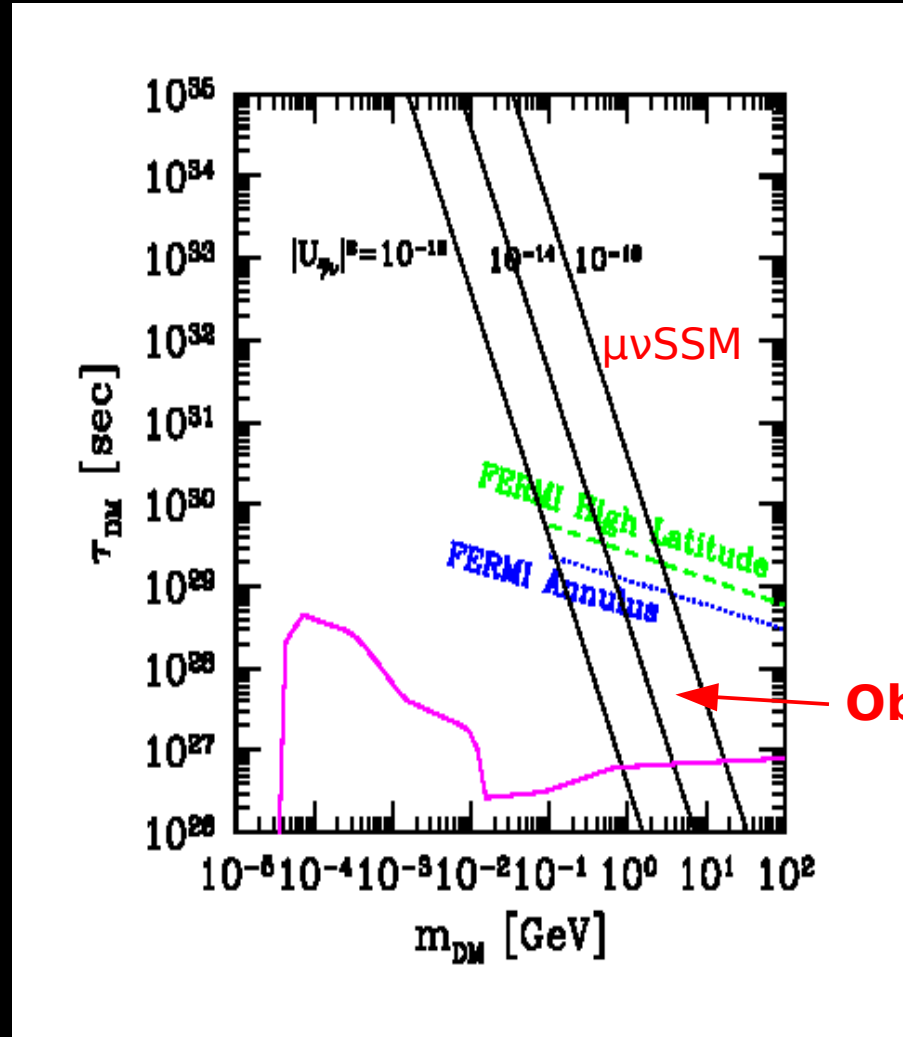
▶ Analizan señales de nueva física en el LHC, en experimentos de detección directa o indirecta de materia oscura, como el satélite FERMI, y en experimentos de neutrinos.

Supersimetría

Búsqueda del gravitino
como candidato de
materia oscura
con el satélite FERMI

gravitino \rightarrow neutrino+fotón

fotones: rayos γ y cósmicos



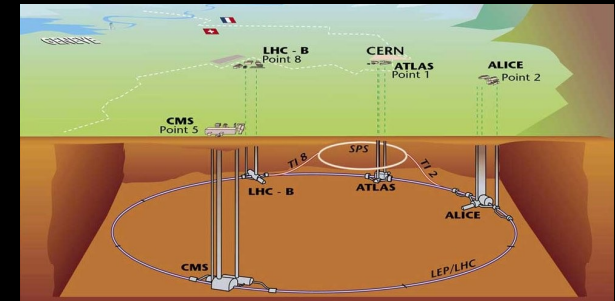
► Propuestas de búsquedas de partículas supersimétricas en el LHC

Física experimental de altas energías

Investigadores: Ricardo Piegaia, Gustavo Otero y Garzon

Estudiantes: Hernan Reisin, Sabrina Sacerdoti, Yann Guardincerri,
Pablo Pieroni, Gino Marceca, Martin Rodriguez

- Experimento ATLAS en el LHC
- Experimento AUGER (Mendoza)



¿Qué quiere decir hacer física experimental desde BsAs
en un experimento que está en Mendoza o Ginebra?

El 95% del trabajo experimental en nuestra área es vía software:

- Simulación y diseño del experimento.
- Manejo de los detectores y la toma de datos.
- Reconstrucción de los datos: voltajes (10^8 canales/25ns) → objetos físicos.
- Tratamiento de datos y análisis físicos.

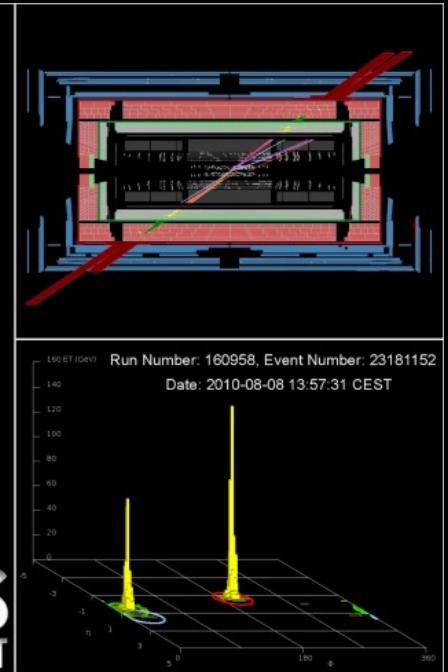
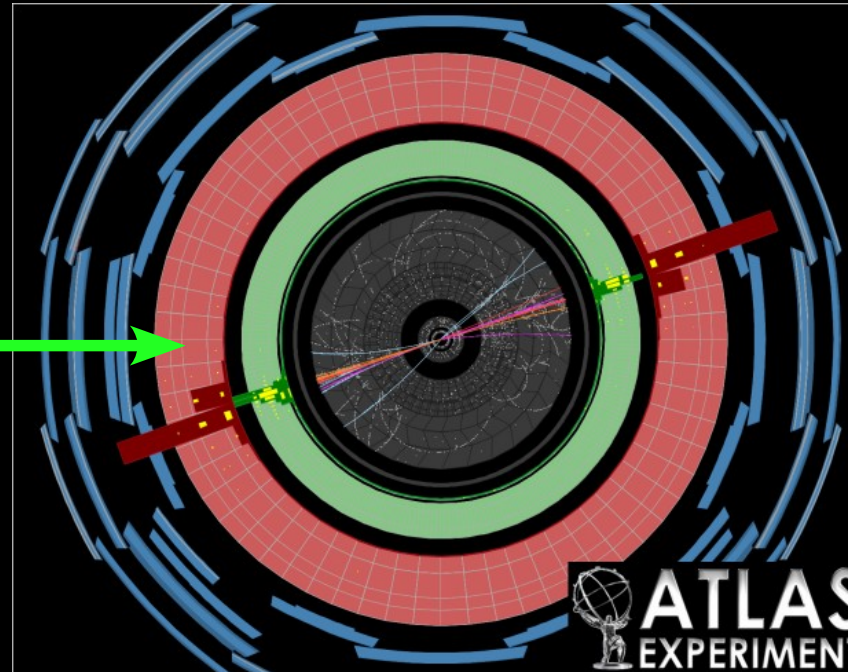
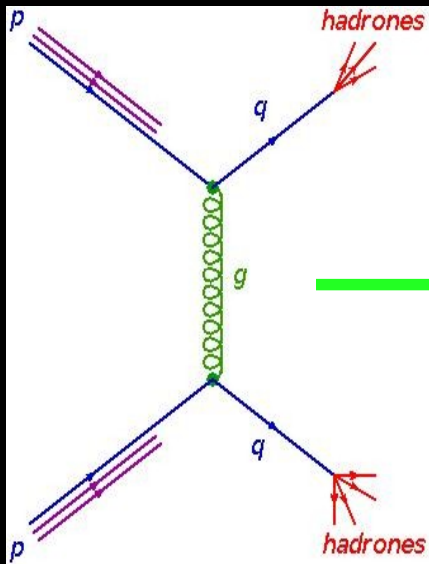
Física experimental de altas energías: experimento ATLAS

Las tareas van desde el funcionamiento del detector ...

- Calibración del calorímetro
- Medición de la resolución de jets

... hasta la realización y publicación de análisis físicos

- Producción de quarks b via la fuerza fuerte
- Búsqueda de supersimetría en eventos de multijets

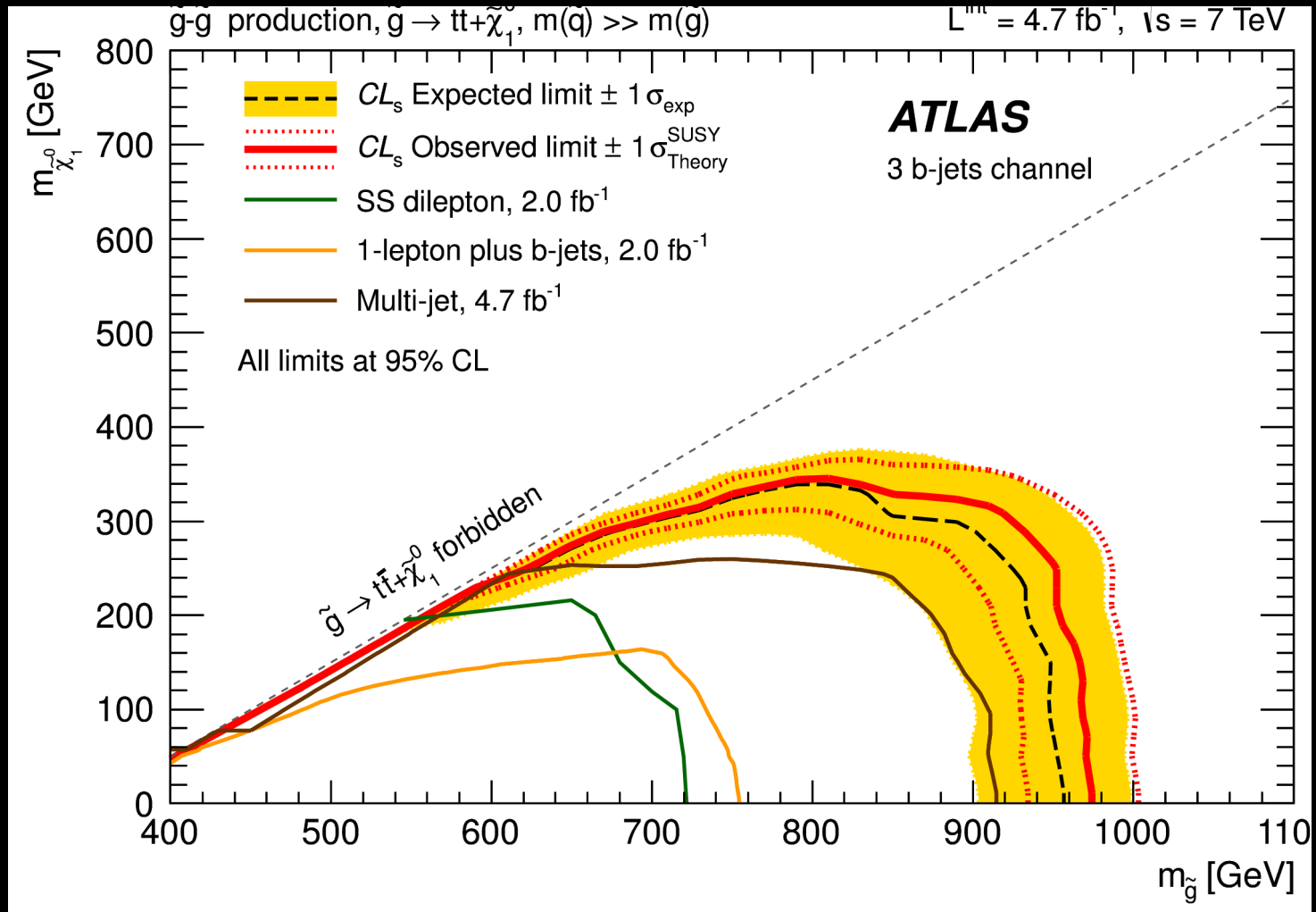


ATLAS
EXPERIMENT

Física experimental de altas energías

Ejemplo de búsqueda de supersimetría: zona de exclusión

masa del neutralino



masa del gluino

Conclusiones

Un área de intensa actividad en el Departamento.

Estrechas colaboraciones con el exterior

La actividad actual centrada principalmente en el LHC.

Grandes novedades recientes ...

... y más novedades esperadas en el futuro cercano.