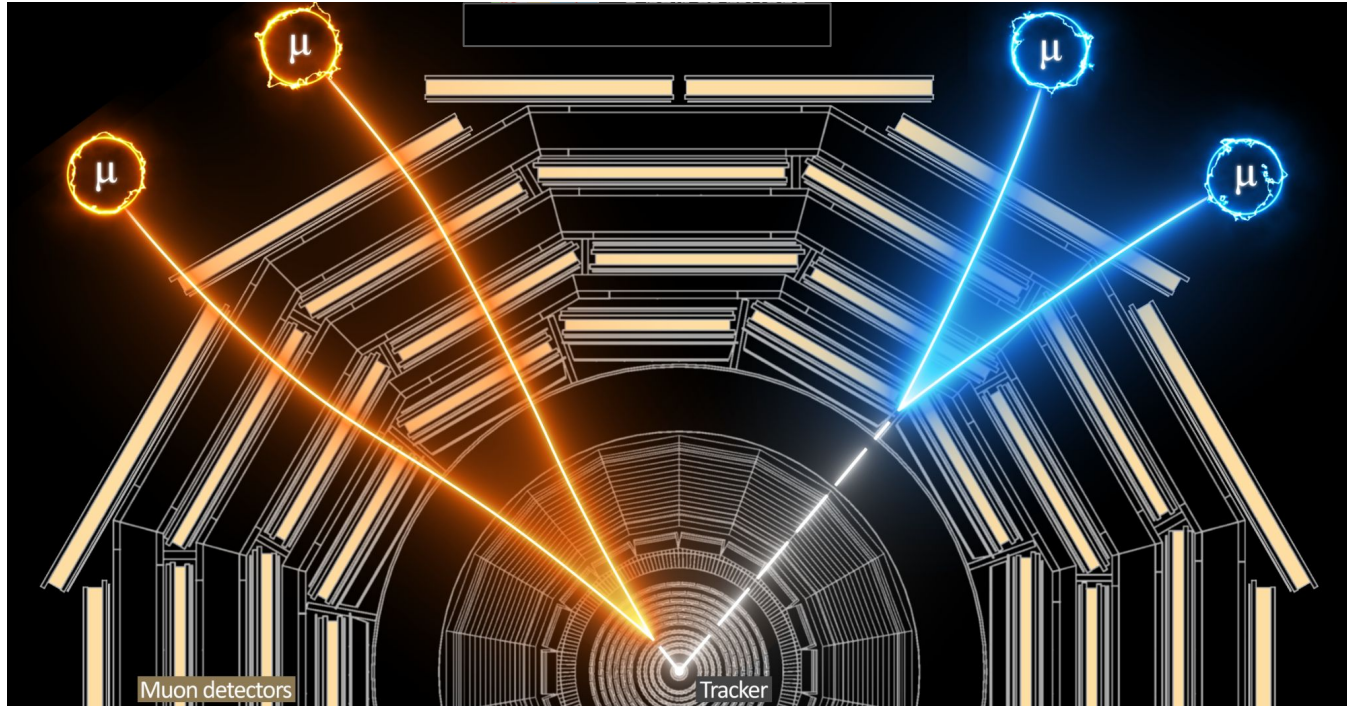


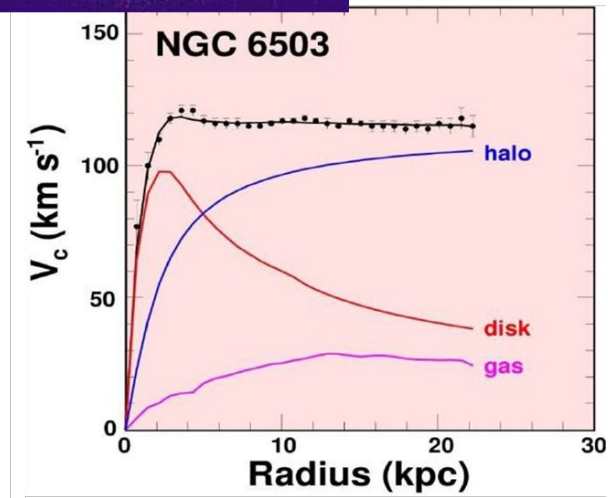
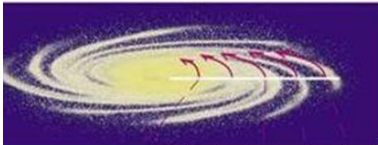
Búsquedas de nuevos procesos físicos en CMS con perspectiva CIEMAT

Begoña de la Cruz Martínez, representando a CMS-CIEMAT

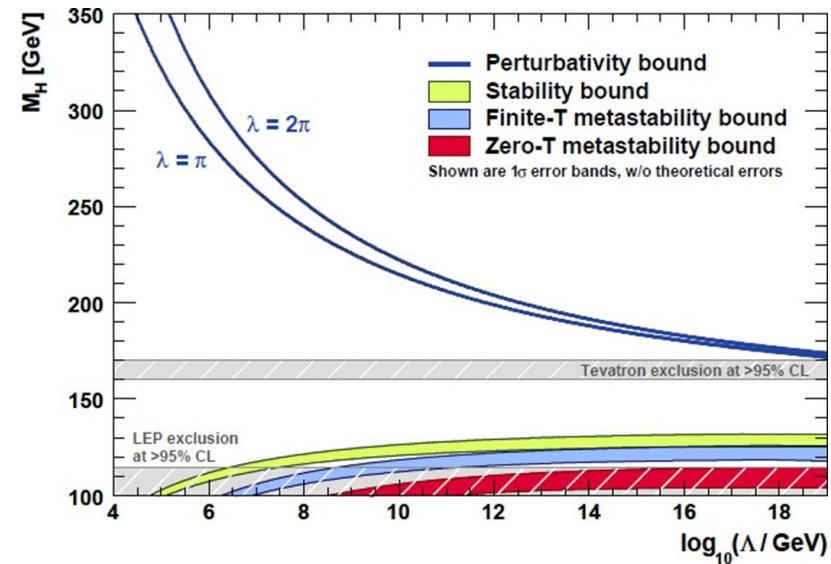


Más allá del Modelo Estándar

El ME puede ser válido hasta energías muy elevadas, pero sin duda debe ser completado con nuevas partículas y procesos. Evidencias para ello:

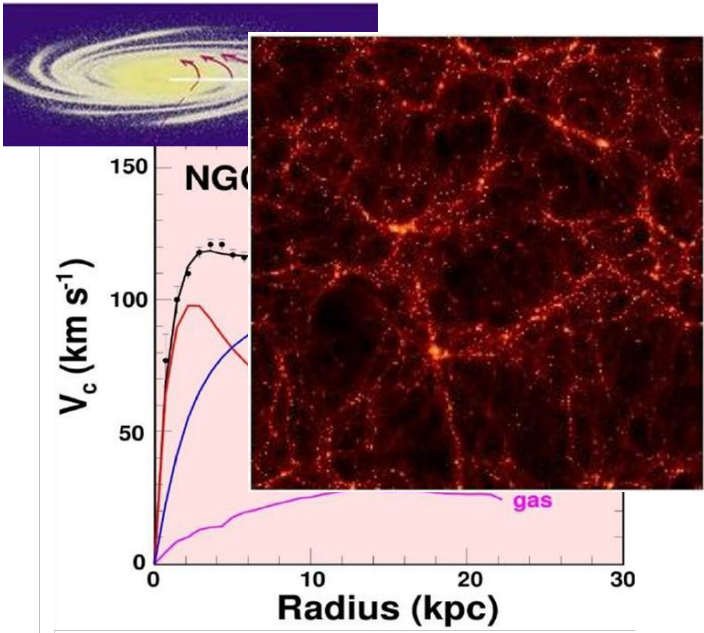


Materia Oscura

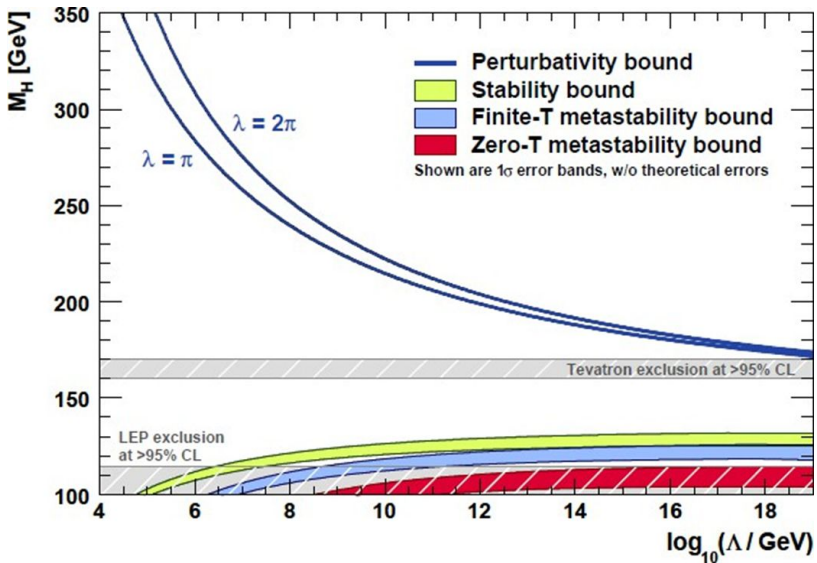


Más allá del Modelo Estándar

El ME puede ser válido hasta energías muy elevadas, pero sin duda debe ser completado con nuevas partículas y procesos. Evidencias para ello:

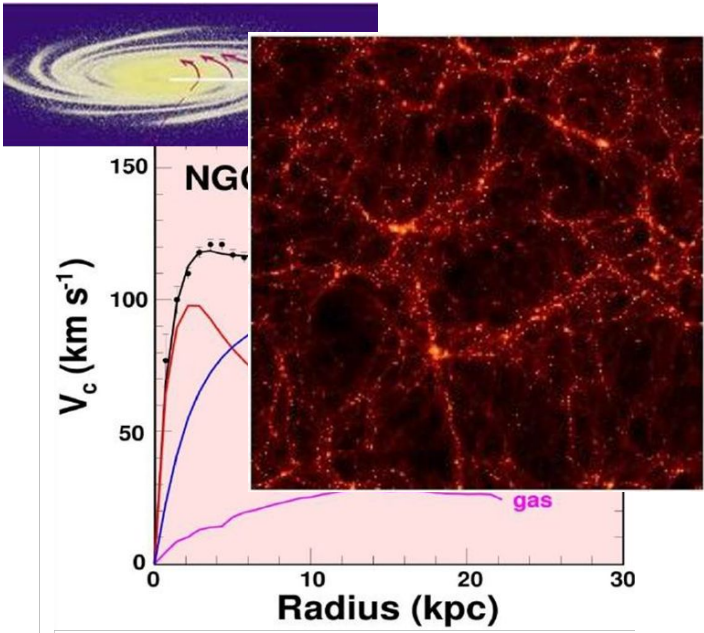


Materia Oscura



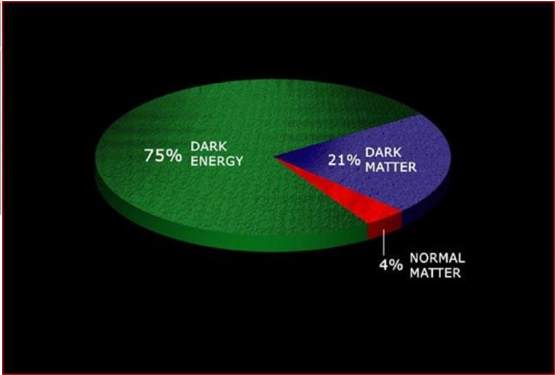
Más allá del Modelo Estándar

El ME puede ser válido hasta energías muy elevadas, pero sin duda debe ser completado con nuevas partículas y procesos. Evidencias para ello:

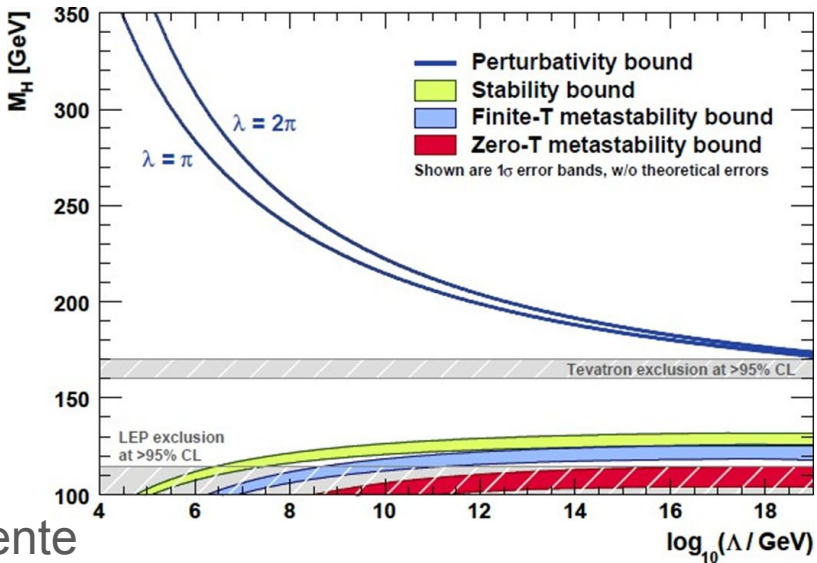


Materia Oscura

Gravedad ausente

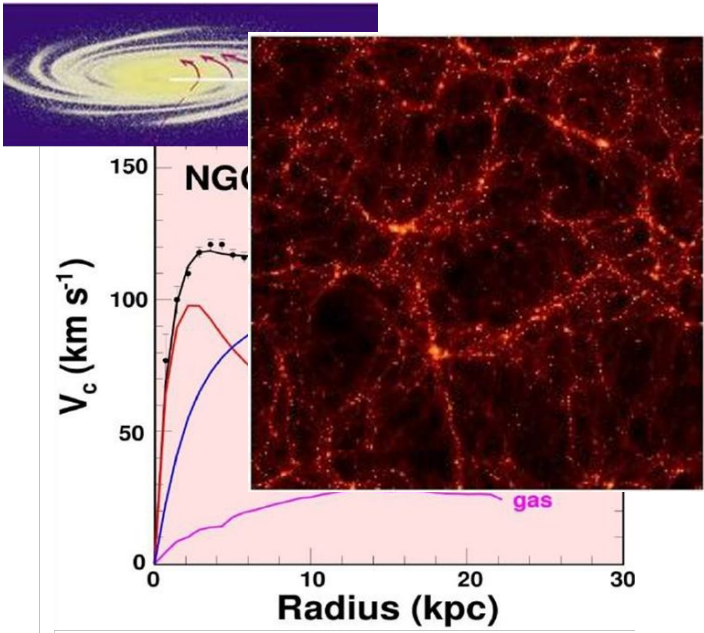


Energía Oscura



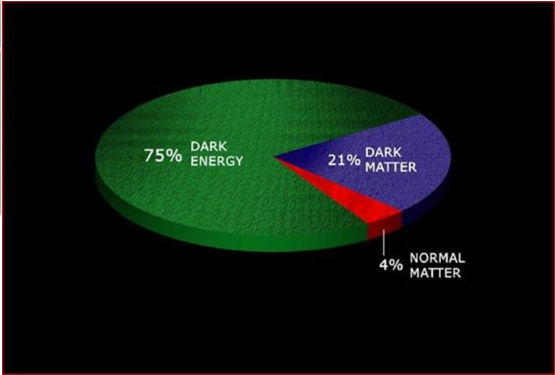
Más allá del Modelo Estándar

El ME puede ser válido hasta energías muy elevadas, pero sin duda debe ser completado con nuevas partículas y procesos. Evidencias para ello:

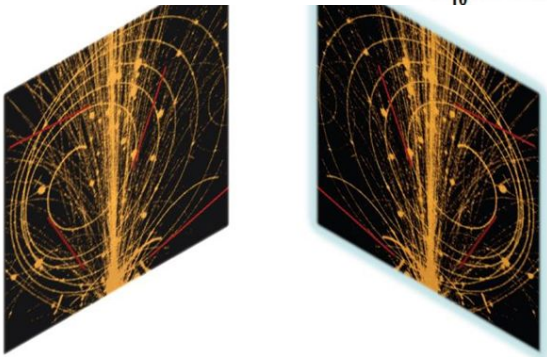
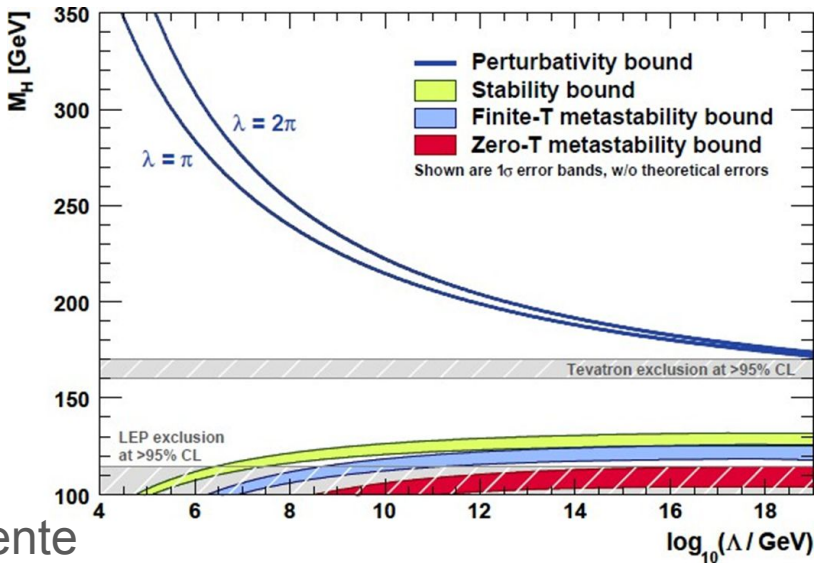


Materia Oscura

Gravedad ausente



Energía Oscura

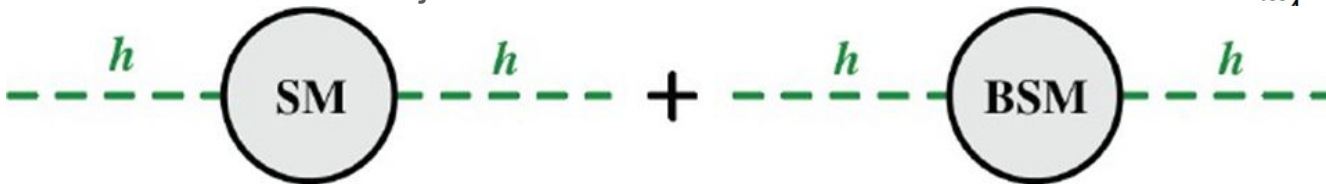


Asimetría Materia-Antimateria
Violación CP

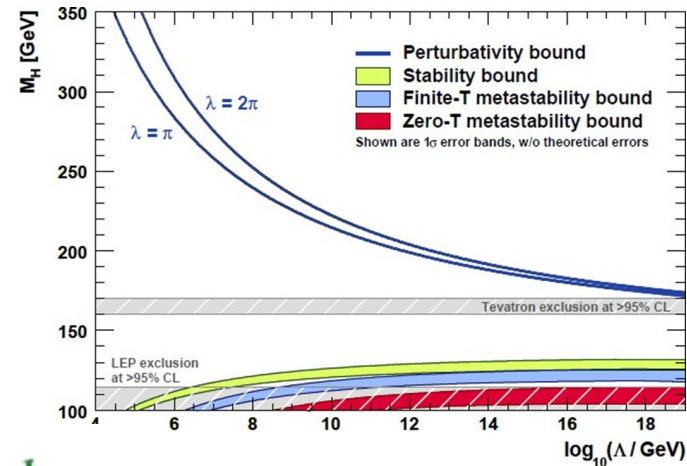
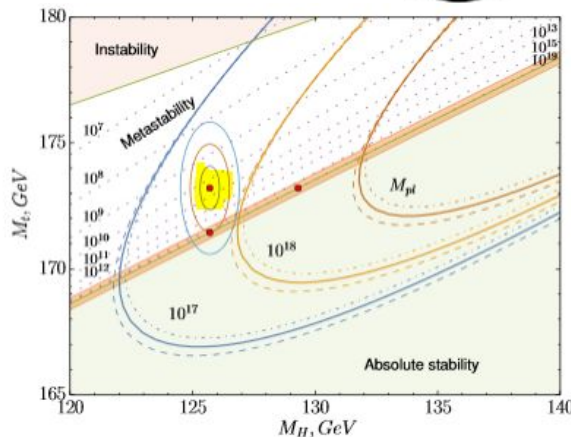
Más allá del Modelo Estándar

El ME puede ser válido hasta energías muy elevadas, pero sin duda debe ser completado con nuevas partículas y procesos. Evidencias para ello:

- La masa medida del bosón de Higgs, $m_h = 125$ GeV, es extrañamente baja!



- Potencial de Higgs es “metaestable”

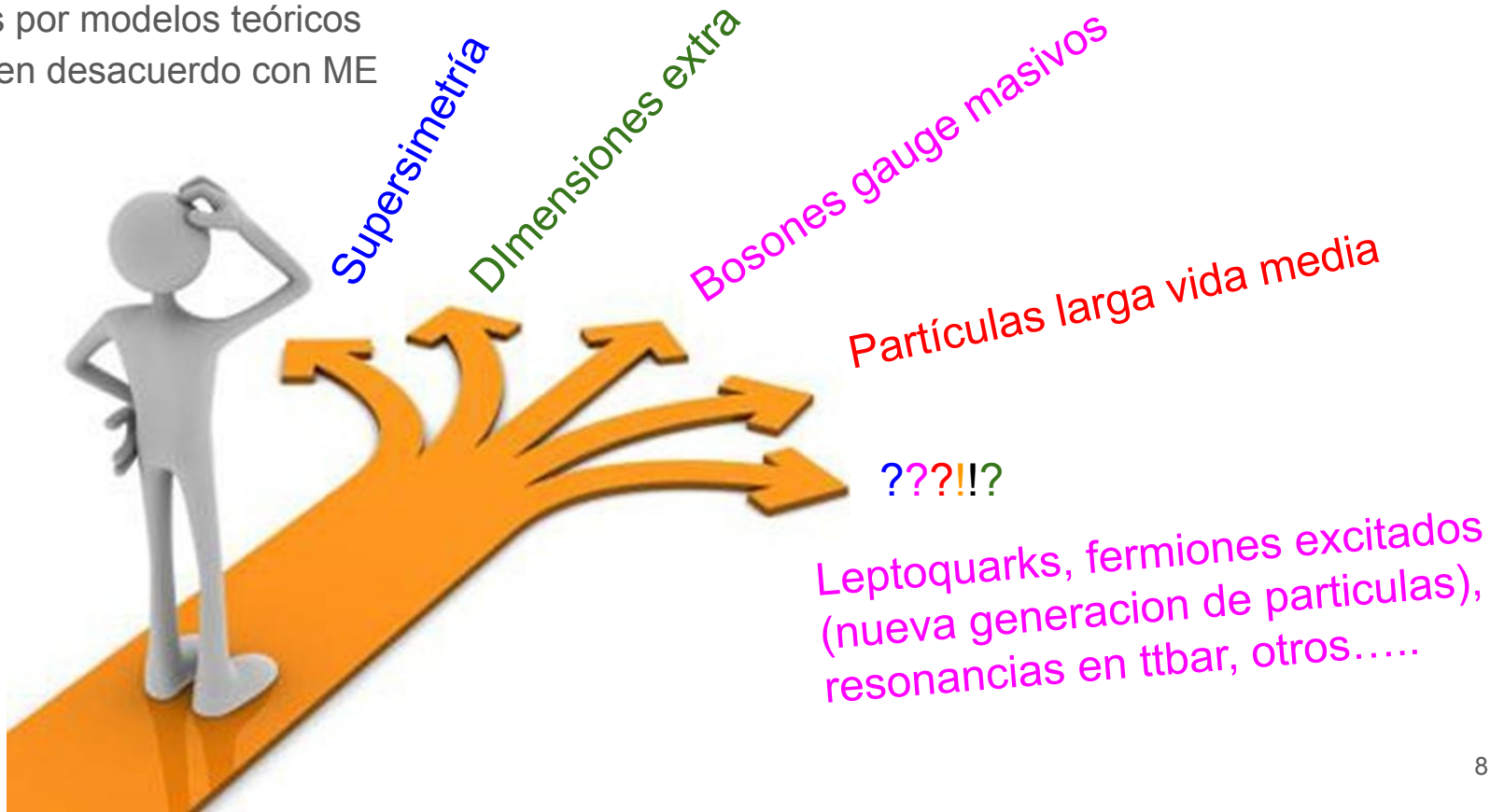




Nuevos fenómenos, nuevas partículas, nuevas simetrías

Su existencia es innegable, la cuestión es qué forma presentan, en qué energía se encuentran

- predichos por modelos teóricos
- medidas en desacuerdo con ME



Leptones excitados

- Análisis de 36 pb^{-1} datos de colisiones pp a $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$, en 2010,
- estado final $e^+e^-\gamma$, $\mu^+\mu^-\gamma$, buscando $e^* \rightarrow e\gamma$ y $\mu^* \rightarrow \mu\gamma$

Available on CMS information server

CMS AN -2010/319



The Compact Muon Solenoid Experiment

Analysis Note

The content of this note is intended for CMS internal use and distribution only



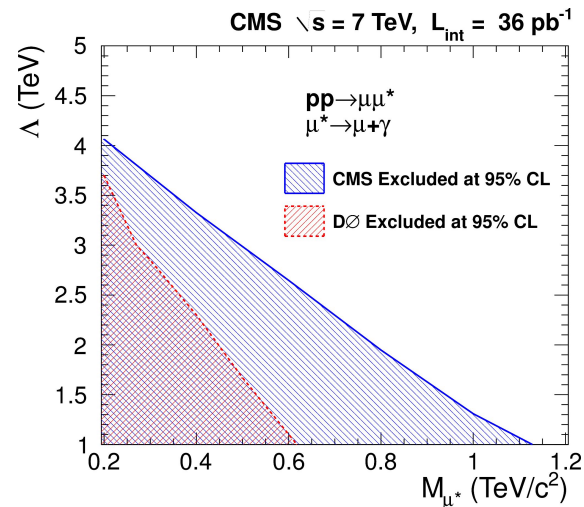
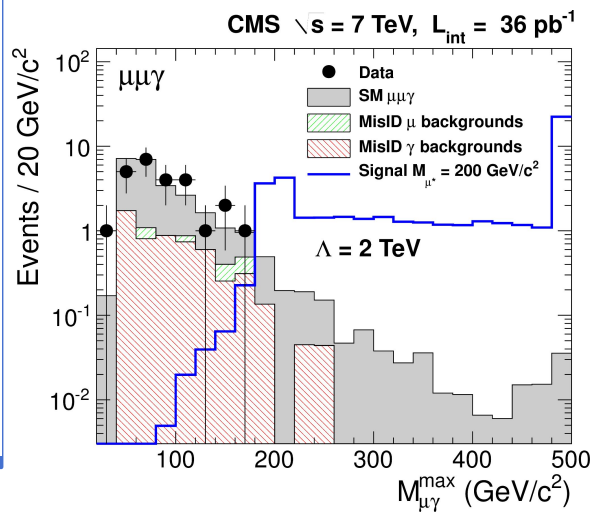
22 October 2010 (v11, 19 April 2011)

Search for excited muon resonance with the CMS detector

Marat Gataulin, Mara Senghi Soares, Yong Yang

Mara Senghi (CIEMAT)

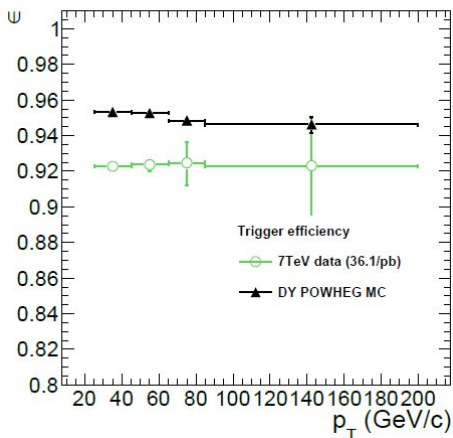
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2011.09.021>



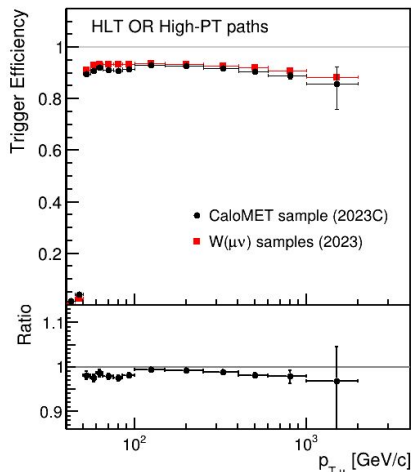
Muchas de las primeras búsquedas en LHC (CMS) ya eran más potentes que el programa en Tevatron ($\sqrt{s}=1.96 \text{ TeV}$)

CIEMAT en búsquedas de nuevas señales: muones muy energéticos

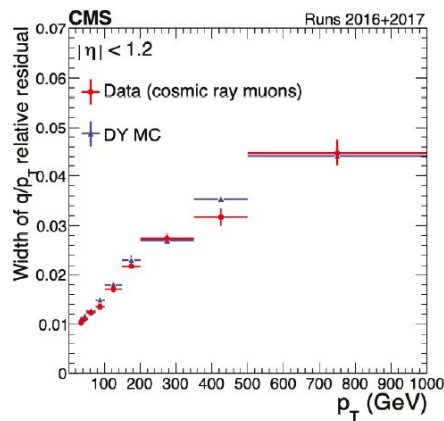
Control de muones muy energéticos (Trigger, calibración p_T) ha permitido participar y/o liderar varios tipos de búsquedas



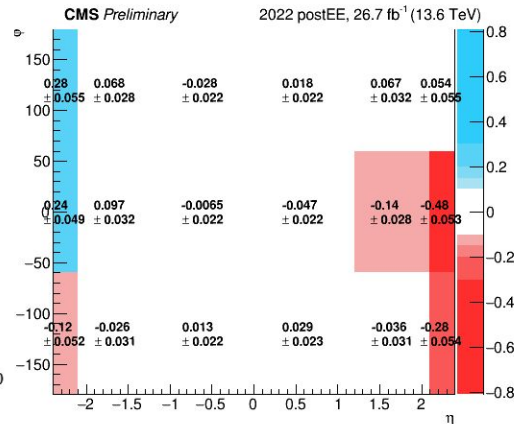
Eficiencias de Trigger en
2010 ... hasta 200 GeV!



Eficiencias de Trigger en
2023 ... hasta 2000 GeV!



Resolución en p_T durante
Run 2



Factor de escala en p_T
durante Run 3

<https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/02/P02027>

<https://doi.org/10.1088/1748-0221/13/06/P06015>

Carmen Diez (PhD), Javier Santaolalla (PhD),
Begoña de la Cruz, Juan Alcaraz, Alberto
Escalante (PhD), Irene Bachiller (PhD), Oscar
González, Diego Fernández (PhD)

Nuevos bosones masivos, W' , Z'

Predichos en varios modelos teóricos, estados finales estudiados $l+p_T^{\text{miss}}, l+l'$



Update on $W' \rightarrow \mu\nu$ search

The first 6.84 pb^{-1} of CMS data

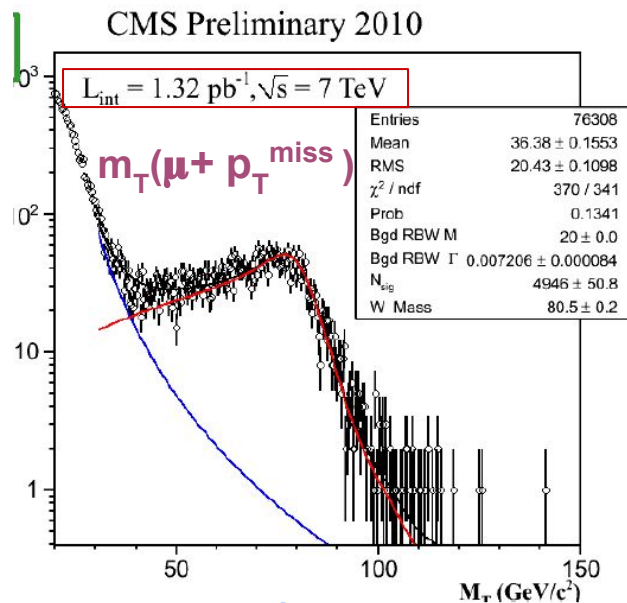


Christos Leonidopoulos
CERN-PH

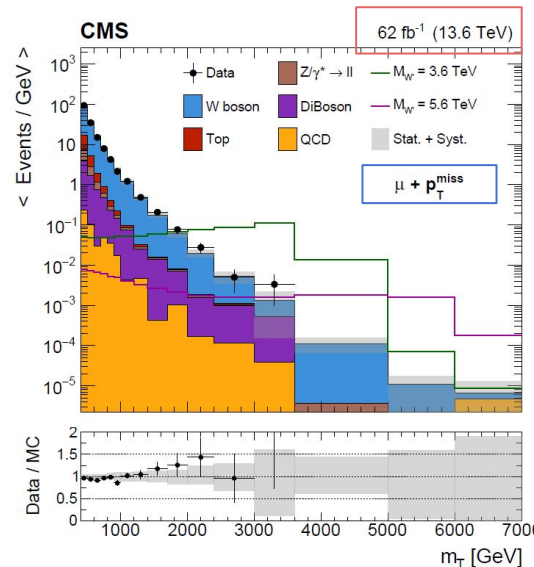
On behalf of the $W' \rightarrow \mu\nu$ team

- Boston: Tulika Bose, Edgar Carrera, David Sperka
- CERN: CL
- CIEMAT Madrid: Carmen Diez, Silvia Goy Lopez
- UCLA: Chad Jarvis, Jay Hauser

CMS Exotica workshop - Brussels
14 October 2010



W' desde fin 2009



hasta hoy, 2026

<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2011.05.048> $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$

[Phys. Lett. B 770 \(2017\) 278](#) $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ (2015)

[JHEP 06 \(2018\) 128](#) $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ (2016)

[JHEP 07 \(2022\) 067](#) $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ (Full Run 2)

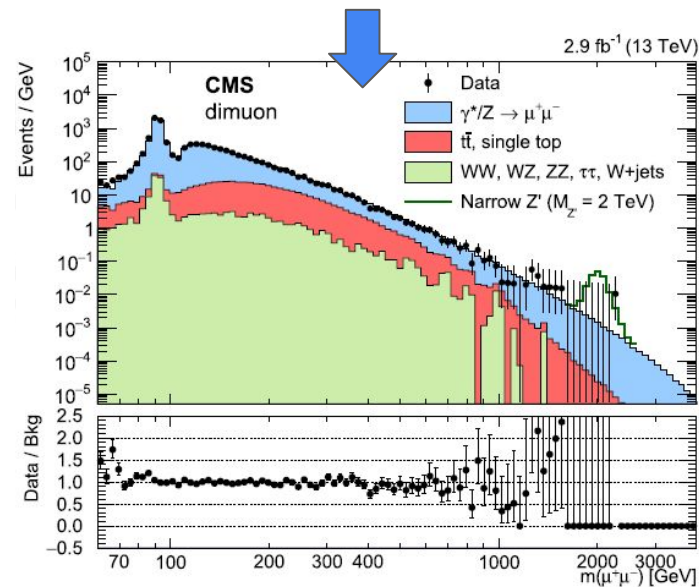
<https://cds.cern.ch/record/2957051> $\sqrt{s} = 13.6 \text{ TeV}$ (2022+23)

Carmen Diez (PhD), Silvia Goy, Begoña de la Cruz, Juan Alcaraz, Alberto Escalante (PhD), Irene Bachiller (PhD), Oscar González, Diego Fernández (PhD)

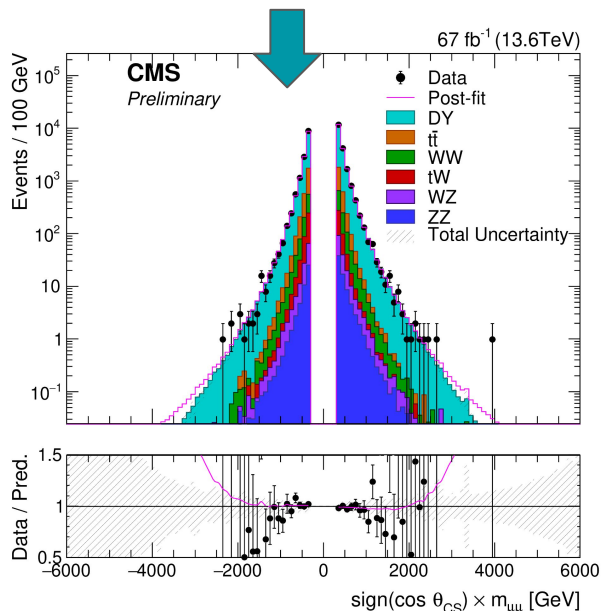
Nuevos bosones masivos, W' , Z'

Control de muones muy energéticos ha permitido participar y/o liderar búsquedas de bosones gauge muy masivos: W' , Z'

Estudios resonantes de $\mu^+\mu^-$ en comienzo Run 2 y no-resonantes en Run3



<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2017.02.010>



<https://cds.cern.ch/record/2965692/files/E-XO-25-001-pas.pdf>

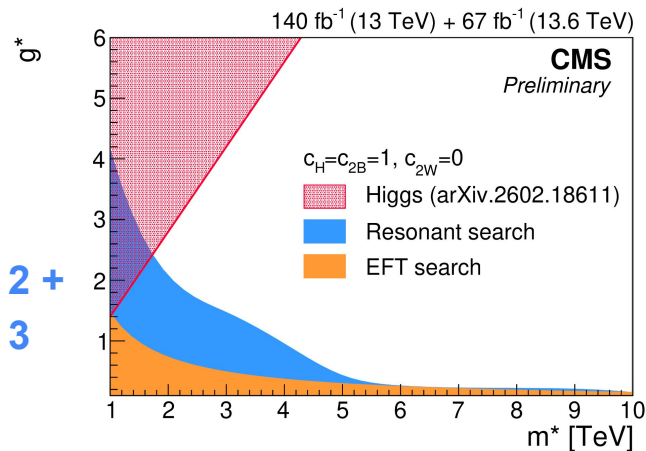
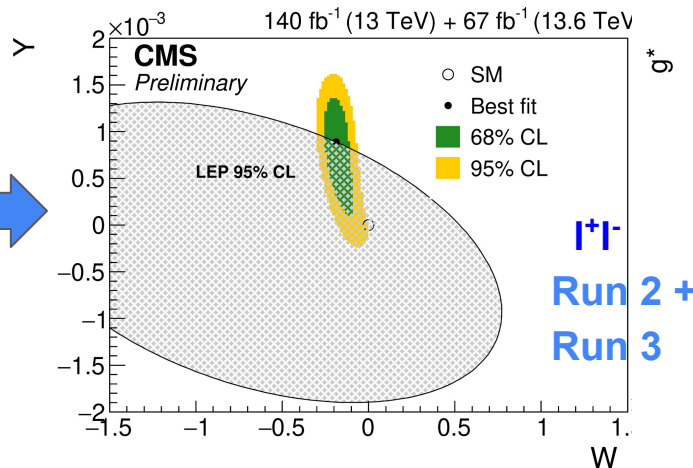
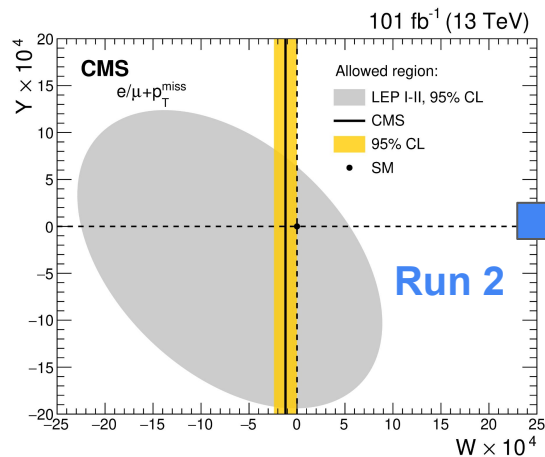
Interpretaciones en diversos modelos teóricos:
SUSY, dimensiones
adicionales, acoplamientos
efectivos

Alberto Escalante
Irene Bachiller
Oliver M. Carretero (PhD)
Juan Alcaraz
Begoña de la Cruz

Higgs Compositeness

Análisis de estados $l+p_T^{\text{miss}}, l^+l^-$ ($l=e, \mu$) permiten acceder a información de precisión que prueba

- sector Electrodébil del ME (parámetros oblicuos W, Y)
- elementalidad del bosón Higgs (es compuesto?)



Irene Bachiller (PhD), Juan Alcaraz, Begoña de la Cruz, Diego Fernández (datos Run 3) (PhD)

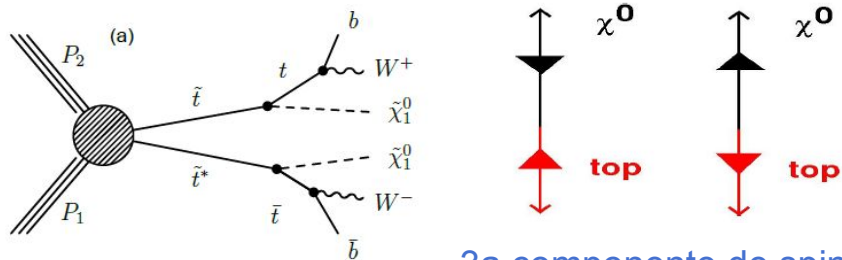
Primer estudio de estas características hecho en LHC

Oliver M. Carretero (PhD)
Juan Alcaraz

Supersimetría, SUSY: la tierra prometida

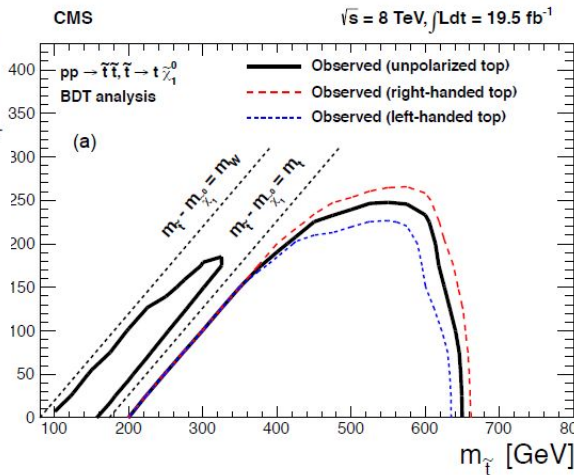
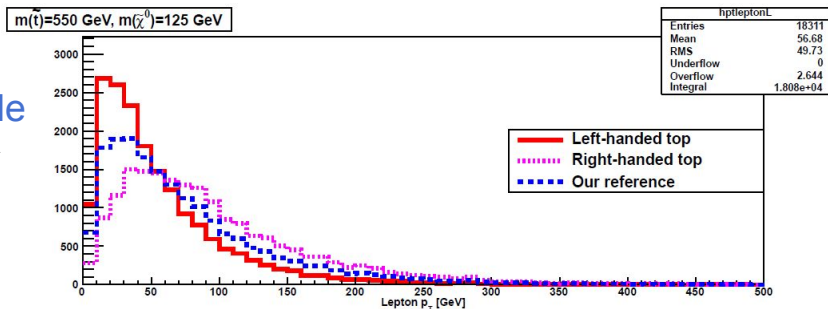
Buscando el compañero supersimétrico del quark top, $\tilde{t}$

CMS Collaboration, "Search for top-squark pair production in the single-lepton final state in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV", [Eur.Phys.J. C73 \(2013\) 2677](#)



3a componente de spin de t y χ^0 son opuestos

Distintos escenarios de polarización de quarks t generan distintas distribuciones cinemáticas de productos desintegración $\Rightarrow$ distinta capacidad de observar/limitar SUSY



Available on the CMS information server

CMS AN AN-13-128

CMS Draft Analysis Note

The content of this note is intended for CMS internal use and distribution only

2013/06/10
Head Id: 189572
Archive Id: 189296:189572
Archive Date: 2013/06/10
Archive Tag: trunk

Simulating arbitrary SUSY-mixing scenarios in direct stop production via event reweighting

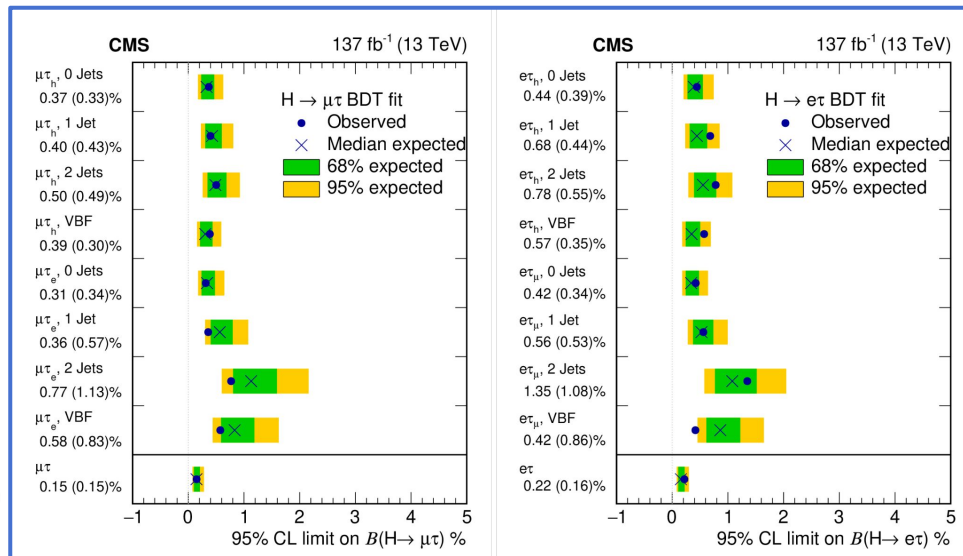
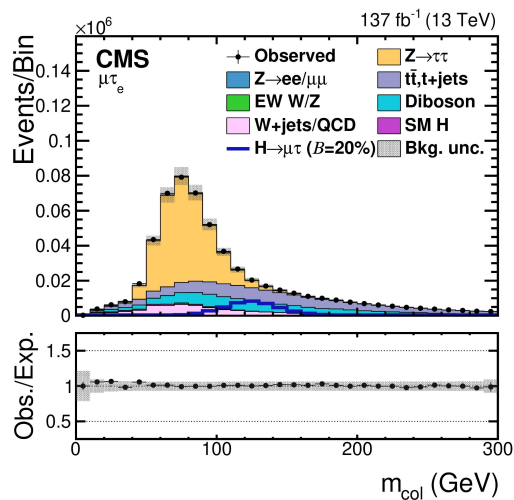
Juan Alcaraz Maestre and Begoña de la Cruz Martínez
CIEMAT-Madrid

Juan Alcaraz, Begoña de la Cruz

Desintegraciones exóticas del bosón de Higgs: LFV

María Cepeda incorporó a CIEMAT su amplia experiencia en búsquedas de Higgs “exóticos”

$H(125 \text{ GeV}) \rightarrow \mu\tau, e\tau$ con datos Run 2, desintegración que viola Conservación de Sabor Leptónico



Implica control detallado de reconstrucción e identificación de τ
 $\Rightarrow$ Contribución a Tau-POG (Elvira Martín, David Blanco)

Actualmente analizando datos Run 3

[Phys. Rev. D 104 \(2021\) 032013](#)

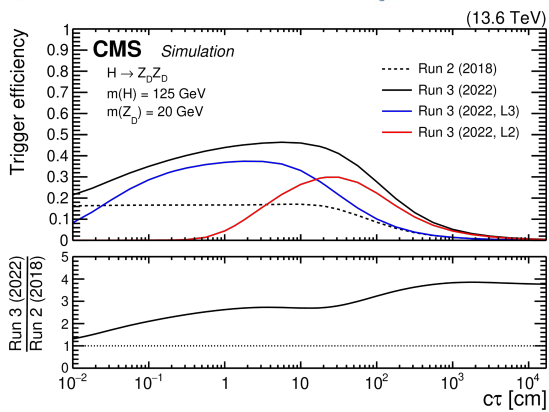
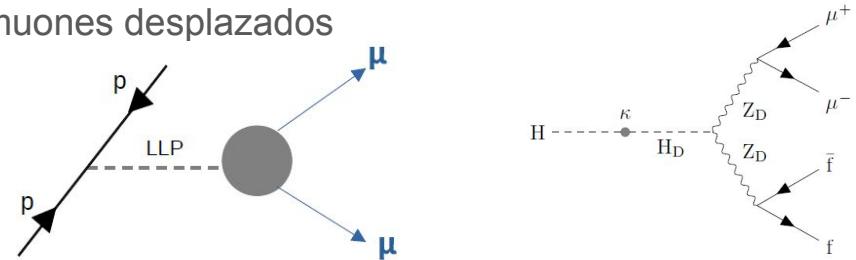
María Cepeda, Lourdes Urda

+ Cristina Martín, Eva Sánchez (PhD)

Partículas con larga vida media

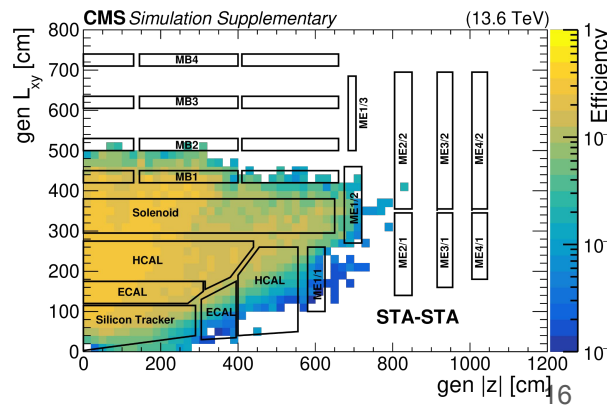
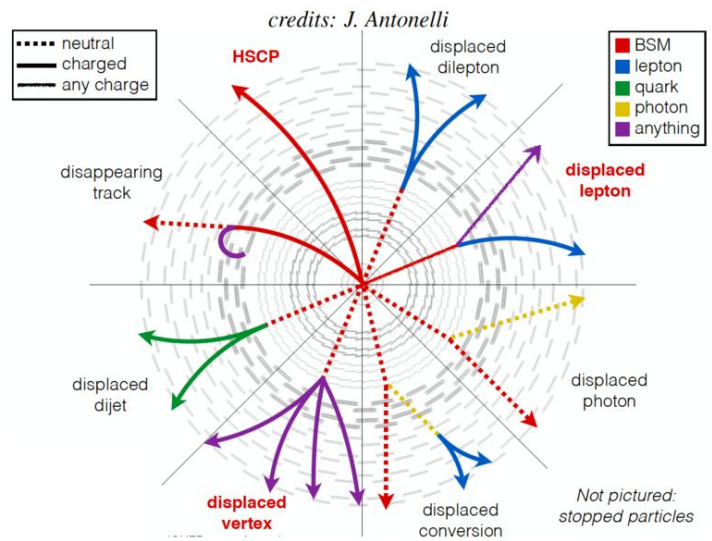
Buscando nuevas signatures experimentales, motivados por modelos teóricos

Expertise de CIEMAT en reconstrucción y calibración muones + Alberto Escalante con estrategias de análisis y mejora trigger de muones desplazados



Eficiencia de nuevos (Run 3) triggers de dimuones desplazados. Completando análisis datos Run 3, con nuevas topologías (dimuones desplazados sin vértice común)

Alberto Escalante, Martín Alcalde (PhD), Jorge Fernández de Trocóniz (UAM)

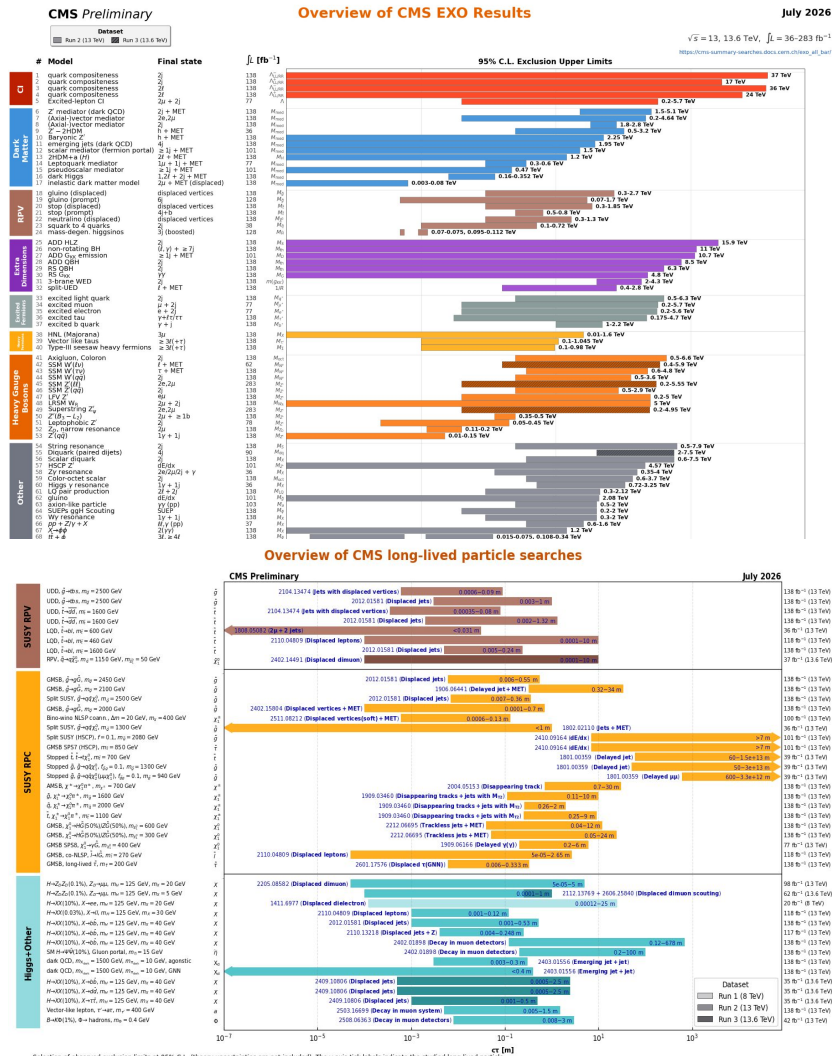
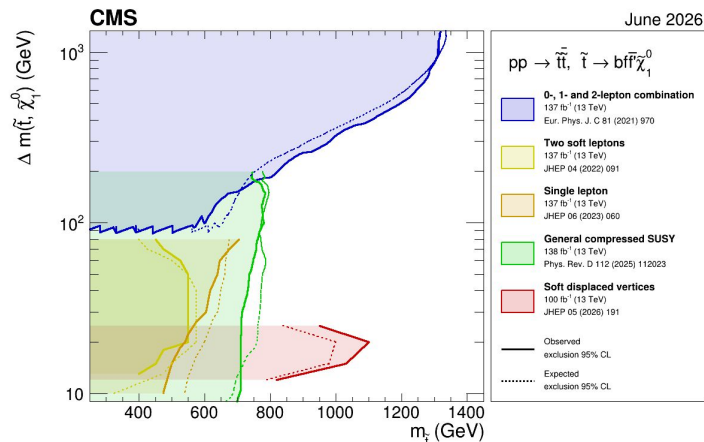


Nulas hasta el momento, pero ésto es información valiosa

La ausencia de señal nueva se interpreta como límite a su existencia; más restrictivo cuanto más potente es la búsqueda (cantidad de datos, mayor energía, mejores algoritmos y métodos, mejor trigger y seleccion, etc).

Necesario

- ampliar colección de datos (HL-LHC) y rango de energía (Future Colliders)
- “imaginar” nuevas formas posibles de señal, que pudieran estar ante nuestros ojos y no ser percibidas.



Responsabilidades y puestos de relevancia

Puestos de Coordinación:

L3 SUSY TBT: Juan Alcaraz (2012-2013)

L2 EXO Convener: Juan Alcaraz (2013-15)

L1 Physics COordinator: Juan Alcaraz (2015-2017)

L3 EXO Non-Hadronic: Begoña de la Cruz (2018-20), Alberto Escalante (2019-21)

L3 Muon POG Selection Subgroup: Diego Fernández (2024-26)

LHC BSM Long Lived WG: Alberto Escalante (2023-2025)

Muon Contact in EXO Group: Martín Alcalde (2026-28)

L3 NPS Third Generation: Cristina Martín (2026-2028)

Hacia el futuro! esperando la señal positiva

- La Física Fundamental está en una encrucijada, debe existir BSM, pero no sabemos dónde o cómo.
- La exploración en aceleradores de partículas a las energías de colisión más altas posibles y coleccionando el mayor número de datos, es una de las vías para explorar posibles indicaciones; complementada por otras vías experimentales.
- No se ha evidenciado ninguna señal positiva de nuevos fenómenos en el LHC, pero se ha avanzado en la exploración de los límites del ME como nunca antes.
- En CMS y en CIEMAT, en concreto, continuaremos esta exploración ansiosos por conocer lo que la naturaleza nos ofrezca.

