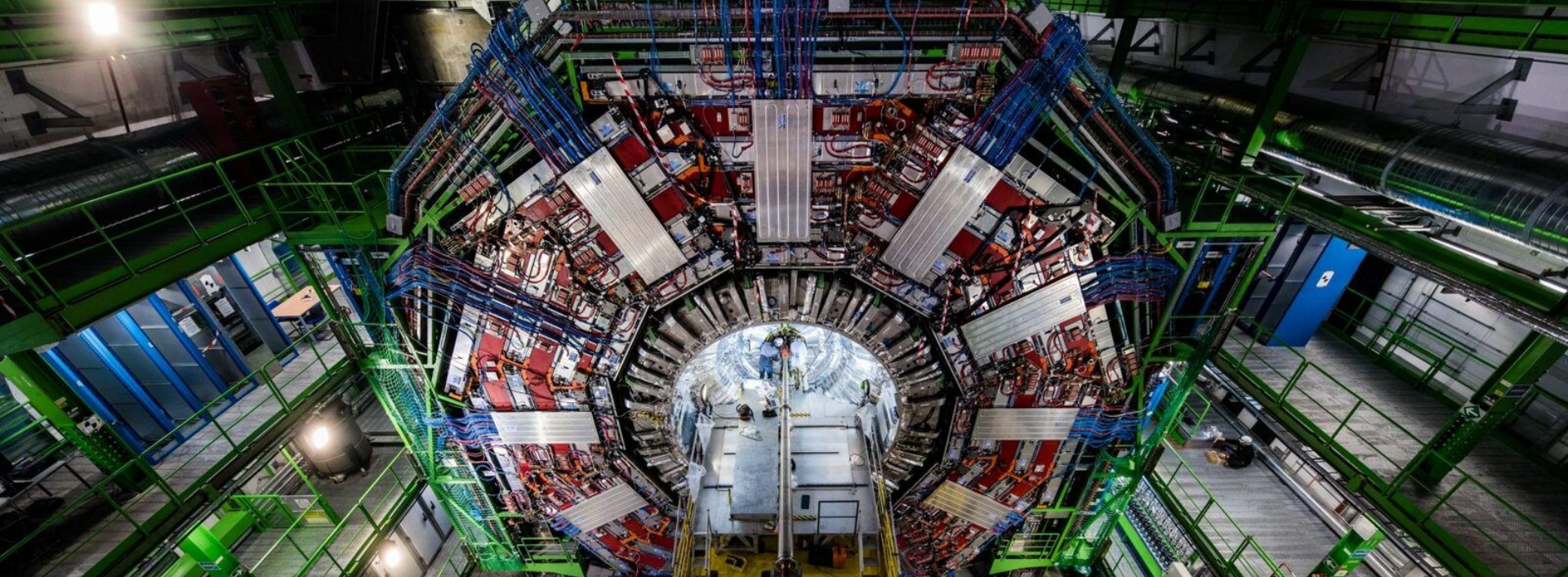




Contribución del CIEMAT a los tests de precisión del modelo estándar en CMS

M. Isabel Josa

ElectroWeak Physics with CMS

Red Temática de Física en el LHC
October 29th, 2009
M.I. Josa (CIEMAT - Madrid)

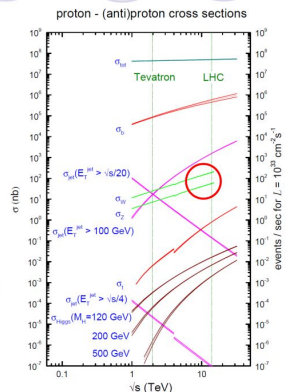
Primera reunión de la Red LHC

Granada, octubre 2009



Introduction

- EWK processes are a unique tool for Physics commissioning at the LHC energy regime
 - High cross sections
 - EWK processes well established, both theoretical and experimentally (LEP, HERA, Tevatron)
 - Clear experimental signature in their decay through the leptonic channels (e, μ): High p_T and isolated leptons



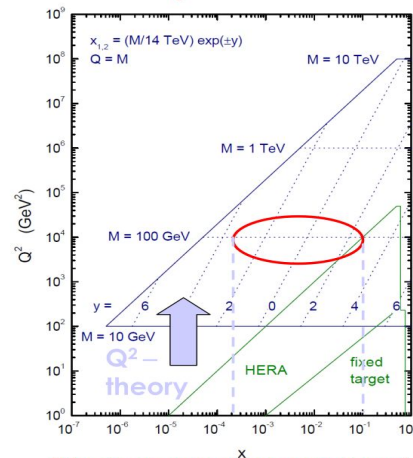
<https://projects.hepforge.org/mstwpdf>
10/31/2009



EWK Physics studies

- EWK processes are NOT so well 'known' at LHC:
- New (x, Q^2) regime... Are parton density functions (PDF) as 'predicted'?
- Interactions between quarks sea-sea and valence-sea
- Gluons play a more dominant role at higher energies

LHC parton kinematics



<https://projects.hepforge.org/mstwpdf>
10/31/2009

Secciones eficaces de W y Z

*Maria Cepeda, Carmen Díez, Javier Santaolalla,
Juan Alcaraz, Begoña de la Cruz, Silvia Goy,
Isabel Josa, Mara Senghi*

Towards a measurement of W and Z cross sections into muons in pp collisions at $\sqrt{s}=14$ TeV

[CMS-PAS-EWK-07-002](#)

CSA07 exercise

Preparación de todo el flujo de análisis para

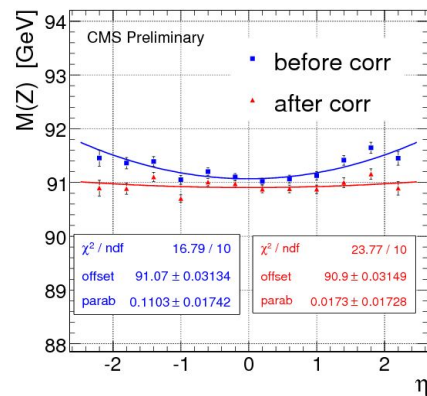
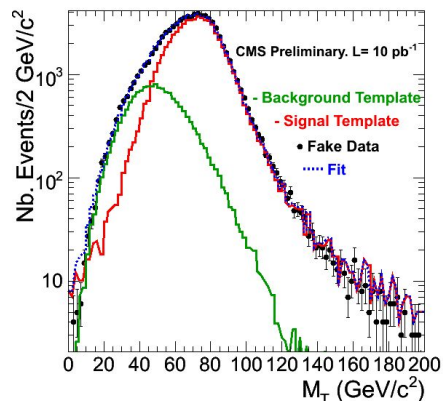
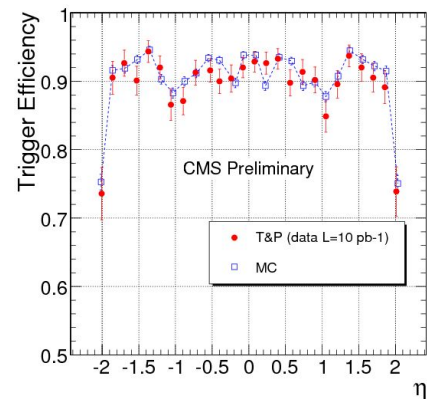
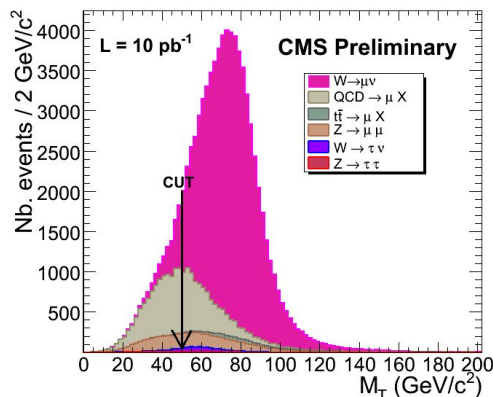
$L_{\text{int}} = 10\text{pb}^{-1}$ @ $\sqrt{s} = 14$ TeV:

- Selección (muon Id, aislamiento, acoplanaridad)
- Eficiencias reconstrucción, aislamiento, trigger (Tag-and-Probe)
- Sustracción de fondos (métodos ABCD, templates)
- Extracción de señal (templates de señal)
- Escala y resolución de momento de los muones
- Incertidumbres teóricas

Actualizado posteriormente a $L_{\text{int}} = 10\text{pb}^{-1}$ @

$\sqrt{s} = 10$ TeV [CMS-PAS-EWK-09-001](#)

Software dedicado: ElectroWeakAnalysis/WMuNu: WMuNuSelector, WMuNu skims, WMuNu Validator, WMuNu Candidates ...



Maria Cepeda, Juan Alcaraz, Begoña de la Cruz, Silvia Goy, Isabel Josa

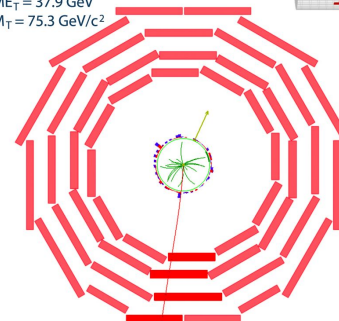
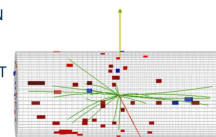
17 septiembre 2026

Run 2010@sqrt(s) = 7 TeV

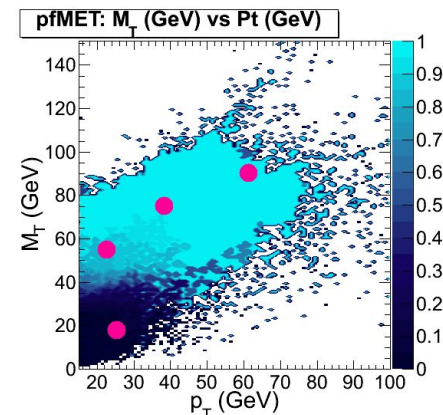
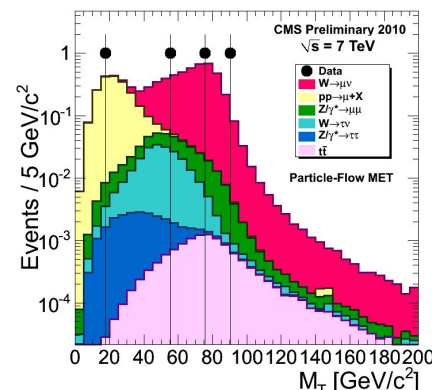
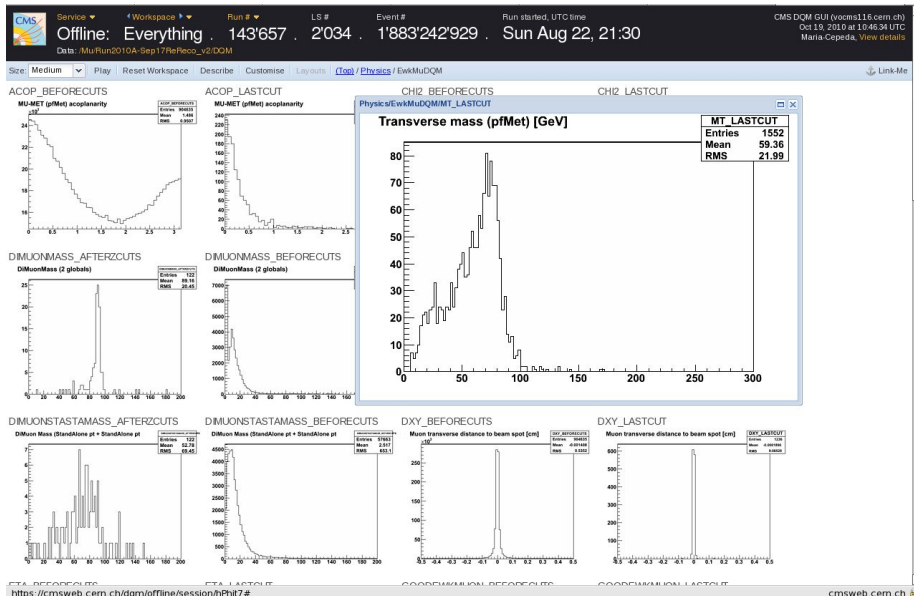


CMS Experiment at LHC, CERN
Run 133875, Event 1228182
Lumi section: 16
Sat Apr 24 2010, 09:08:46 CEST

Muon $p_T = 38.7$ GeV/c
 $M_{E_T} = 37.9$ GeV
 $M_T = 75.3$ GeV/c²



Primeros
candidatos a
 $W \rightarrow \mu \nu$

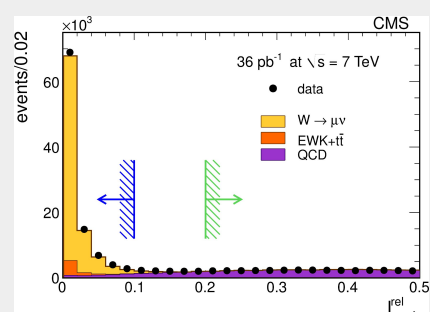
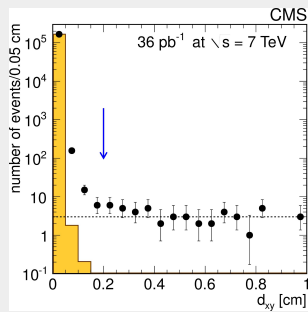
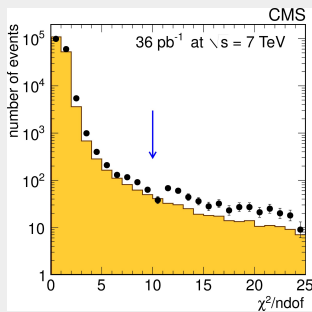
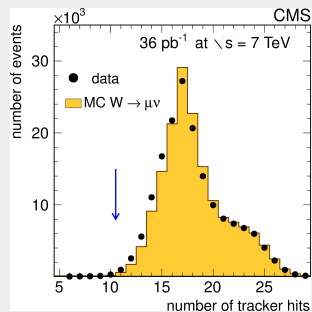


Primeros candidatos a $W \rightarrow \mu \nu$

Tesis doctoral de
Maria Cepeda

Módulo Data Quality Monitoring
para análisis ElectroWeak-Muon

Contribución excepcional del CIEMAT a establecer las bases de análisis en CMS



Definición de puntos operacionales de Muon Id

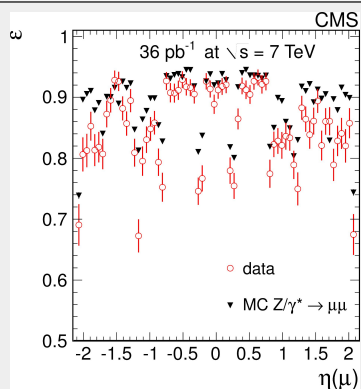
Caracterización de muones de W y Z

Tesis doctoral de Maria Cepeda

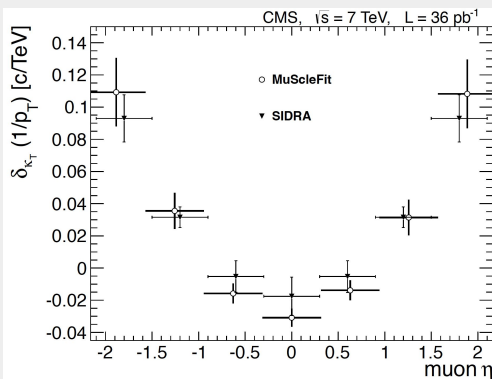
Tesis doctoral de Carmen Diez

Tesis doctoral de Javier Santaolalla

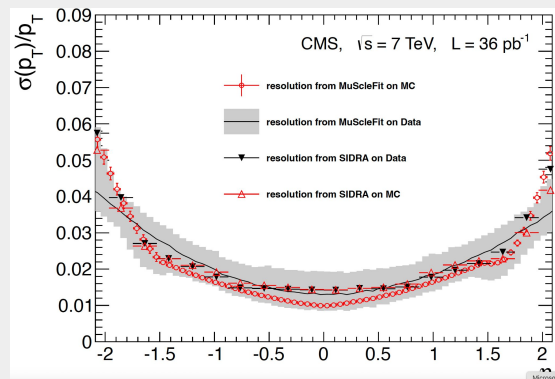
CMS-MUO-10-004



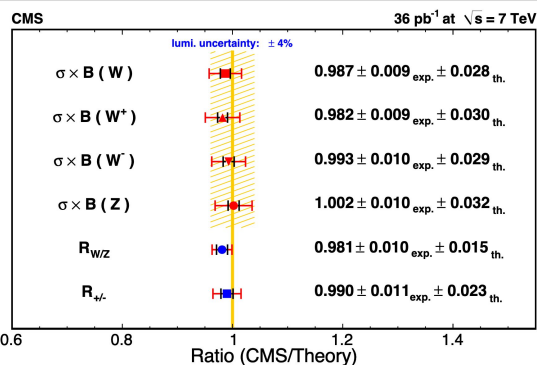
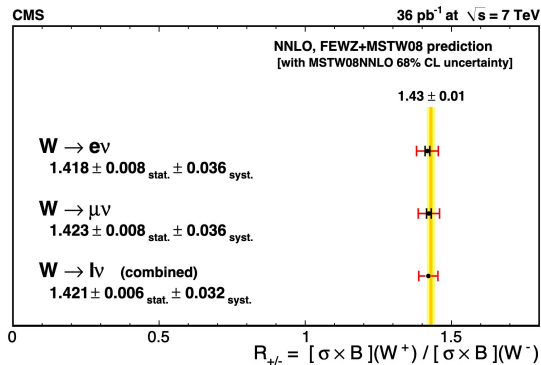
Eficiencias de muones



Escala y resolución del momento de los muones

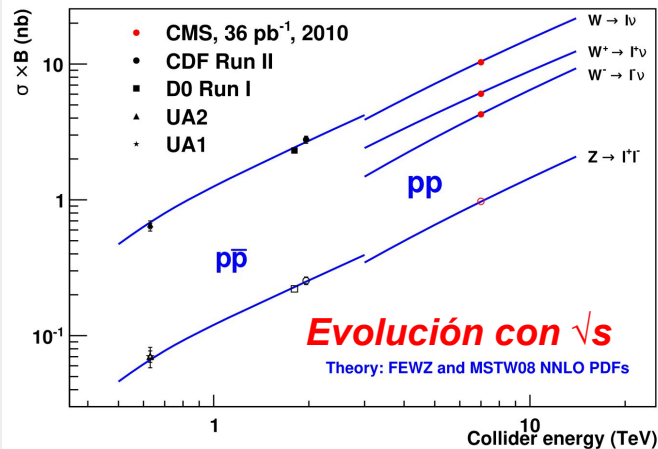
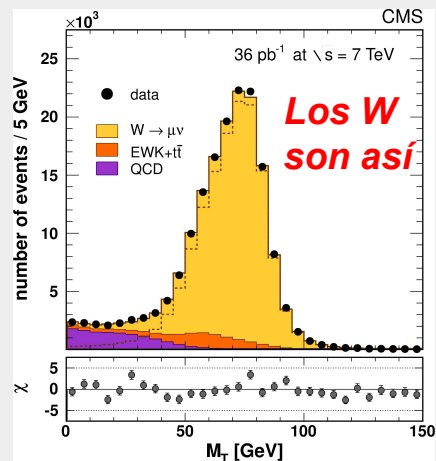


Validación del ME en el nuevo régimen de energías del LHC



Precisión <1.5% en $\sigma(W \rightarrow \ell \nu)$
Precisión ~2% en $\sigma(Z \rightarrow \ell \ell)$
(sin error en lumi.)

Acuerdo excelente con ME



... y María Cepeda presentó los primeros resultados EWK de CMS en ICHEP 2010

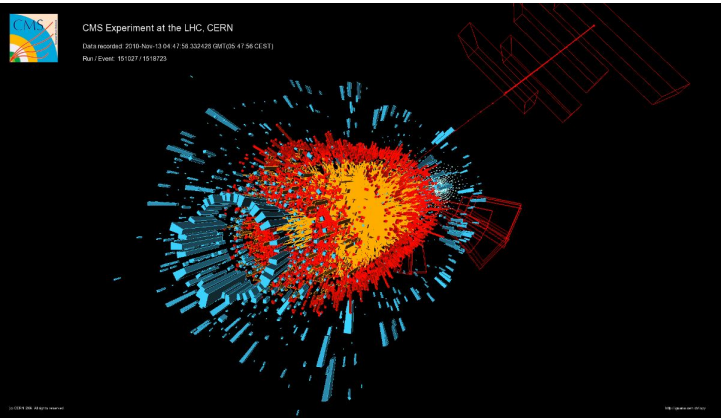
Bosones vectoriales en colisiones de iones pesados

*Begoña de la Cruz,
Adrián Quintario*

Estudio de la producción de W en colisiones de iones pesados en el LHC

Bosones Z, W nuevas sondas para el estudio de las condiciones del sistema generado en la colisión de HI

Adrián Quintario,
Begoña de la Cruz

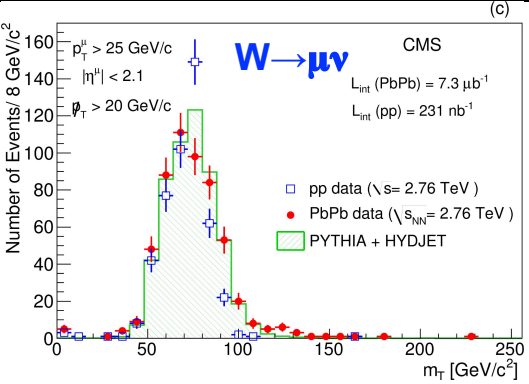
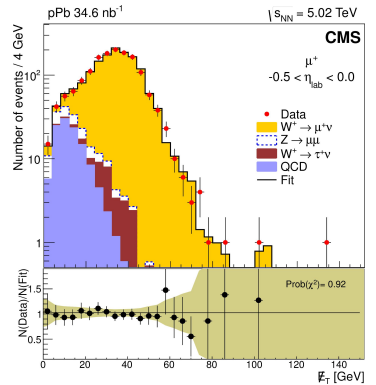


Colisiones pPb a $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV

Sistema asimétrico en η

CMS-HIN-13-007

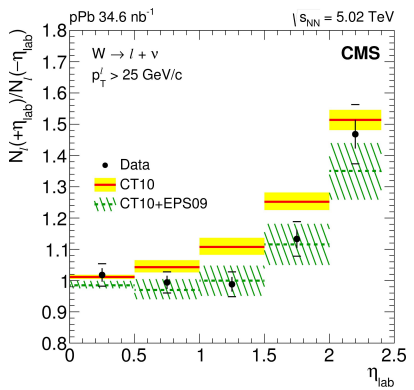
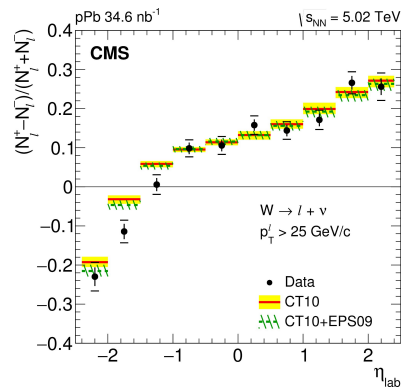
Secciones eficaces diferenciales en función de la pseudorapidez del leptón, asimetría de carga y asimetría forward-backward. Comparación con predicciones con PDF pp y nucleares.



Colisiones PbPb a $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV

CMS-HIN-11-008

1ª observación de W en HI

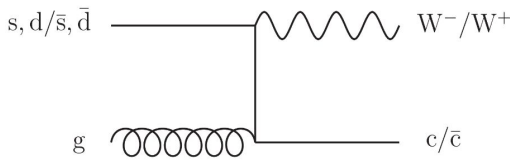


W y Z asociados a quarks pesados (b, c)

*Javier Santaolalla, Alberto Escalante, Sergio Sánchez,
Julia Vázquez, Juan Alcaraz, María Cepeda (UW), Juan
Pablo Fernández, José María Hernández, Isabel Josa*

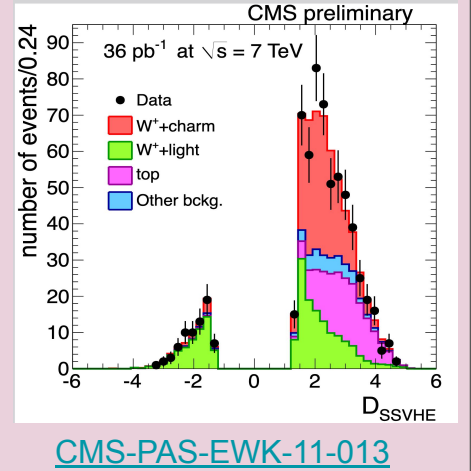
Estudio de la producción asociada W + quark(s) c

Javier Santaolalla, Alberto Escalante, Sergio Sánchez,
 Juan Alcaraz, María Cepeda, (UW) Juan Pablo Fernández,
 Óscar González, José María Hernández, Isabel Josa



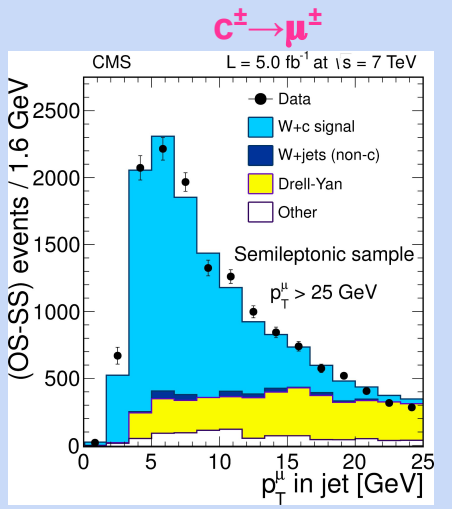
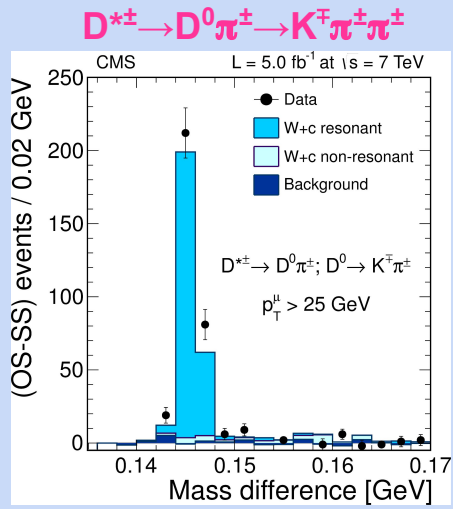
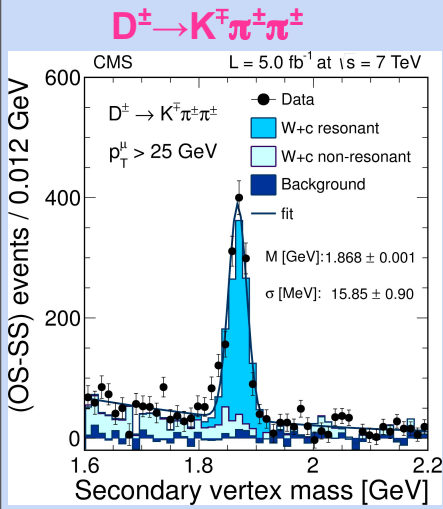
El proceso W+c permite acceder directamente al contenido en quark strange del protón a la escala EWK → mejorar el conocimiento de la pdf del quark s (determinado a partir de medidas de baja energía DIS de neutrinos)

Tesis doctoral de
 Javier Santaolalla
c-tagging: SSVHE algo

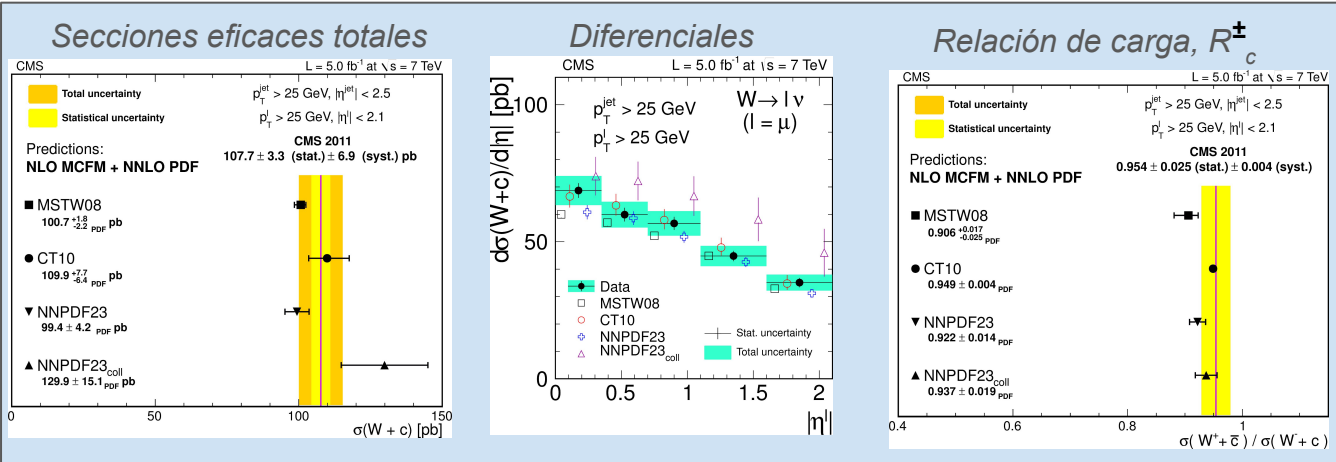


c-tagging: reconstrucción exclusiva e inclusiva de desintegraciones de mesones D + explotar la correlación de carga entre c y W

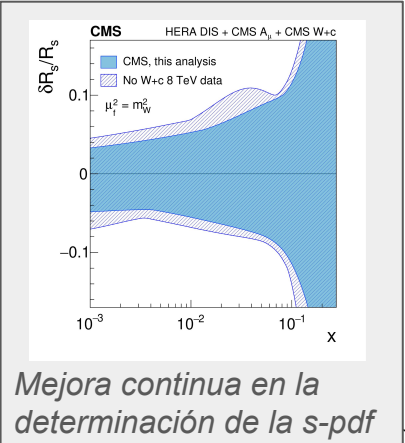
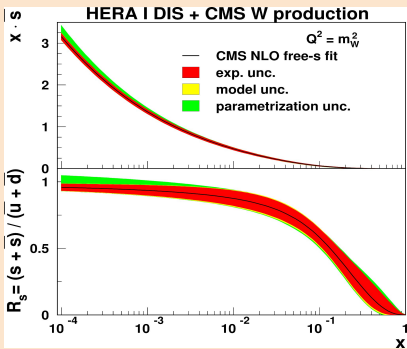
[CMS-SMP-12-002](#)



Estudio de la producción asociada W + c

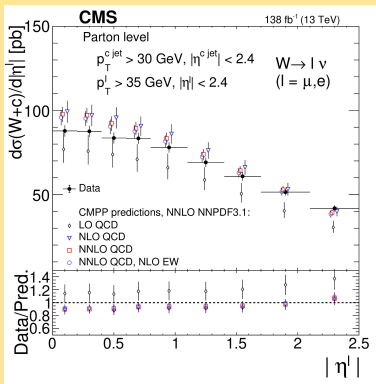


Primera determinación de la pdf del quark s con datos W+c + ...

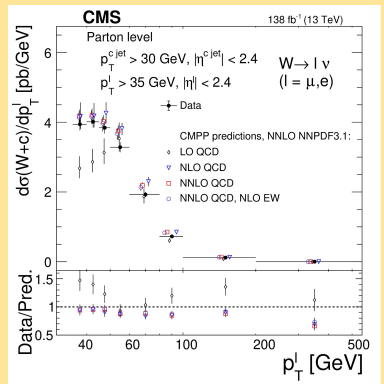


Tesis doctoral de Sergio Sánchez

Precisión mejor del 1% en R[±]_c



1ª comparación con predicciones@NNLO



Mejora continua en la determinación de la s-pdf

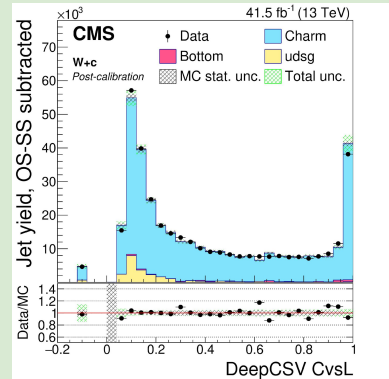
Estudio de la producción asociada Z + HF (Z+c/Z+b)

CMS-SMP-15-009

1ª medida de Z+c en la región central (tests QCD, fondo para H→bb, Intrinsic Charm pdf)

Alberto Escalante, Juan Alcaraz, Juan Pablo Fernández, Isabel Josa

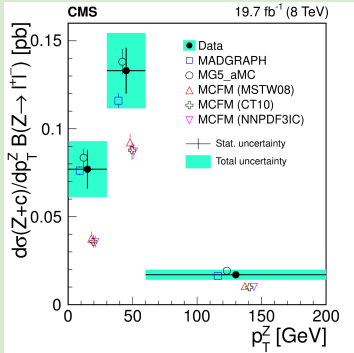
c-tagging: $D^\pm \rightarrow K^\mp \pi^\pm \pi^\pm$, $D^{*\pm} \rightarrow D^0 \pi^\pm \rightarrow K^\mp \pi^\pm \pi^\pm$, $c^\pm \rightarrow \mu^\pm$ no OS-SS subtraction



CMS-BTV-20-001

Sin evidencias de IC 😞
Tesis doctoral de Alberto Escalante

Muestras de control W+c: modelización de señal, c-tagging eff.

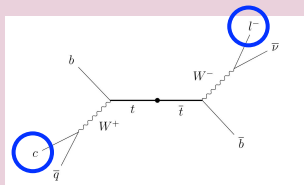


Medida de la fracción de desintegración B(W → cq)/B(W → qqbar)

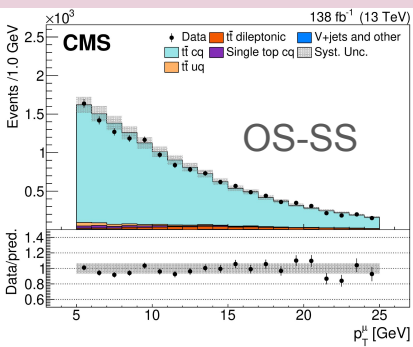
CMS-SMP-24-009

Julia Vázquez, Juan Pablo Fernández, José María Hernández, Jorge Fdez. Trocóniz (UAM)

c-tagging: $c^\pm \rightarrow \mu^\pm$

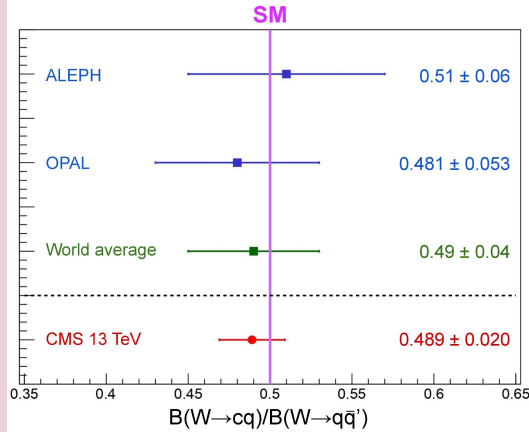


Explotando de nuevo la correlación de cargas → Señal OS, fondo modelado con datos SS



+ calibración precisa de μ-in-jet

Tesis doctoral de Julia Vázquez



Medida más precisa hasta el momento de R_c^W

Física del quark top

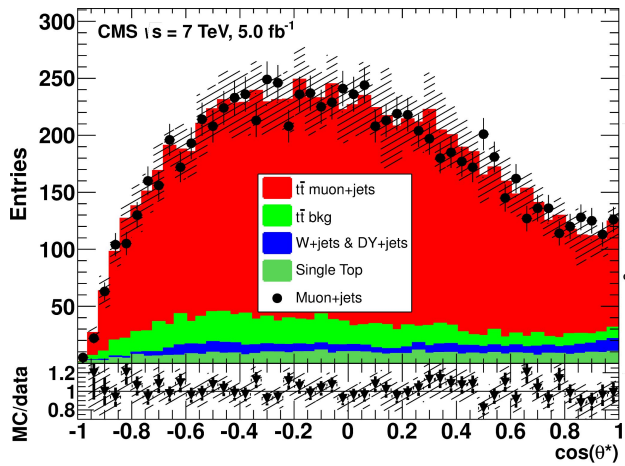
*Adrián Quintario, Mar Barrio, Juan Alcaraz, Mara Senghi,
Carlo Battilana, Jesús Puerta, Giuseppe Codispoti (UAM), Javier
Brochero, Javier Llorente, Manuel Hernández*

Adrián Quintario, Juan Alcaraz, Mara Senghi, Carlo Battilana, Jesús Puerta, Giuseppe Codispoti (UAM)

Medida de la helicidad del bosón W en desintegraciones del quark top en sucesos ttbar en el canal lepton+jets en colisiones pp collisions a sqrt(s) = 7 y 8 TeV

El LHC es una factoría de producción de quarks top. El quark top se desintegra casi exclusivamente a $Wb \rightarrow$ estudios exhaustivos de la estructura del vértice Wtb

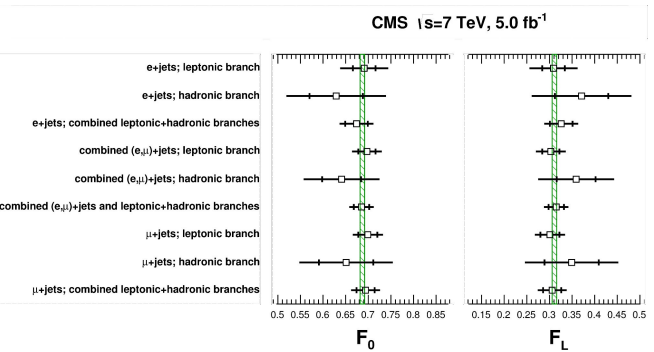
CMS-TOP-11-020



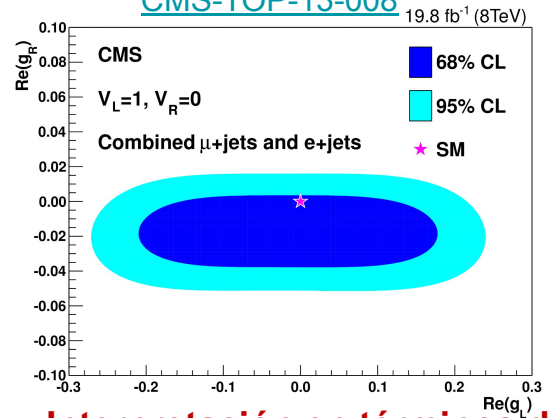
Fracciones de helicidad determinadas a partir de la distribución angular en $\cos(\theta^*)$

$$\frac{1}{\Gamma} \frac{d\Gamma}{d\cos\theta^*} = \frac{3}{8} (1 - \cos\theta^*)^2 F_L + \frac{3}{8} (1 + \cos\theta^*)^2 F_R + \frac{3}{4} \sin^2\theta^* F_0$$

El número de sucesos ttbar para las diferentes configuraciones de helicidad (F) mediante un método de repesado



CMS-TOP-13-008

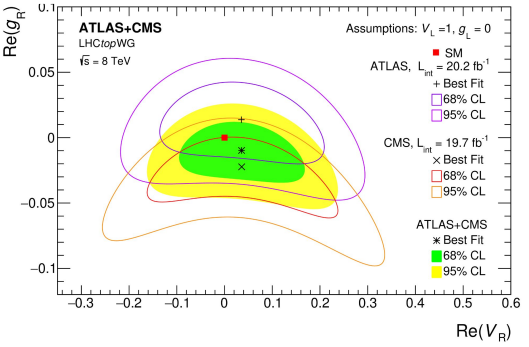
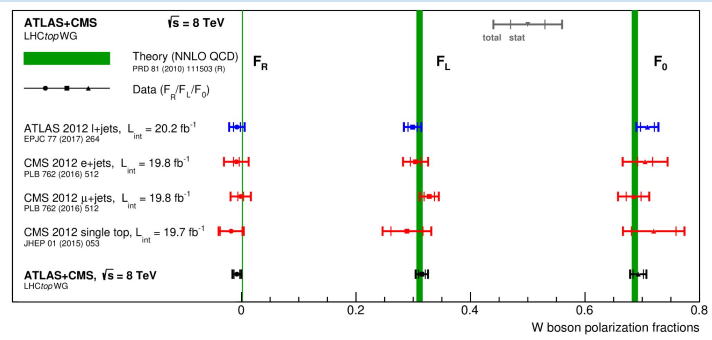


Acuerdo con ME@NNLO

Interpretación en términos de acoplamientos anómalos

Combinación LHC de las medidas de la helicidad del bosón W en desintegraciones del quark top en colisiones pp a sqrt(s) = 8 TeV

Mara Senghi



Búsqueda de nueva física sensible en el vértice tWb: límites a acoplamientos anómalos y a coeficientes de Wilson

Análisis de los datos a 13 TeV casi finalizado
Javier Brochero

Medida de la sección eficaz ttbar asociado con jets b y jets inclusivos

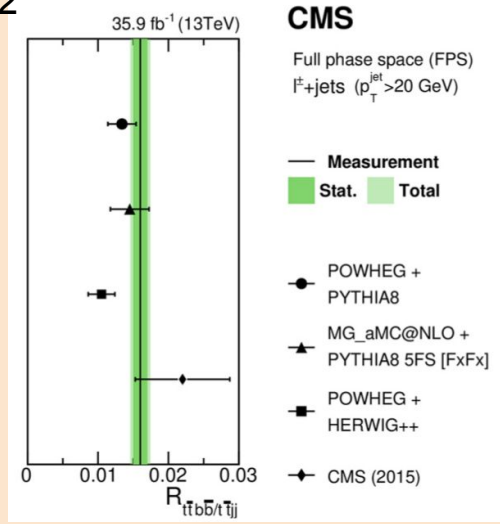
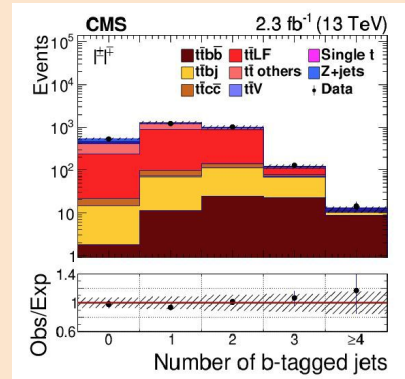
Javier Brochero

[CMS-TOP-16-010](#)

[CMS-TOP-18-002](#)

ttbb: fondo irreducible en la búsqueda/estudios del proceso tH, en el canal de desintegración H→bb

Análisis en el estado final 2 leptones + 4b-jets



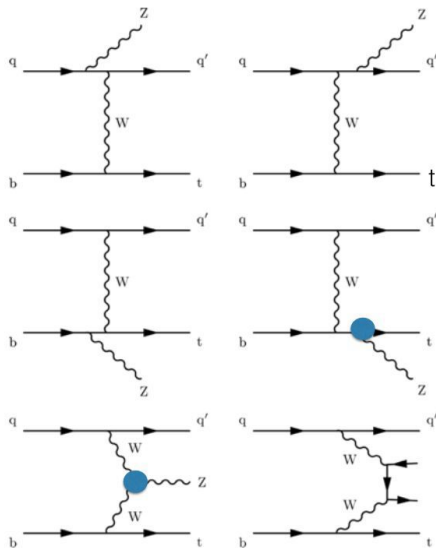
Las predicciones teóricas POWHEG@NLO + PYTHIA describen adecuadamente las observaciones

Medida de la producción asociada de un quark top y un bosón Z (tZq)

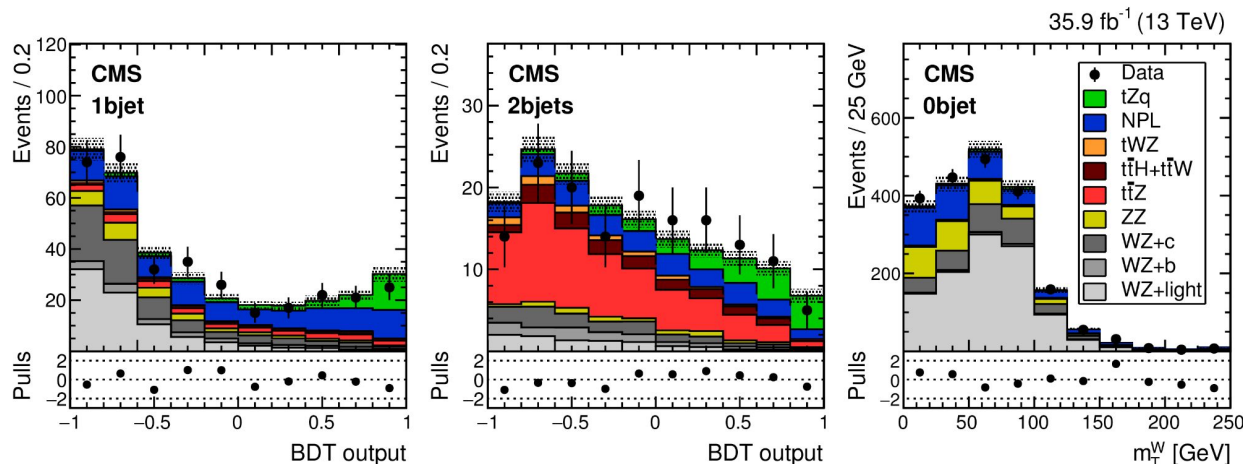
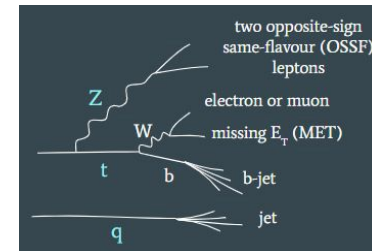
Mar Barrio,
Mara Senghi

CMS-TOP-16-020

El aumento de energía en el sistema c.d.m. a 13 TeV dio acceso al estudio de procesos poco frecuentes como la producción asociada de un quark top y un bosón Z
Sensible a nueva física en términos de acoplamientos anómalos



Uso de técnicas multivariables (BDT), regiones de control para controlar fondos, fondos instrumentales evaluados con datos (*non-prompt leptons*)



Tesis doctoral de Mar Barrio

Evidencia de la producción Z+top con los datos pp a $\sqrt{s} = 13\text{TeV}$ (2016).
Significancia observada 3.7σ (3.1σ) (esperada)

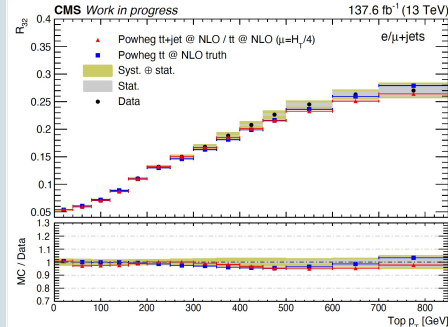
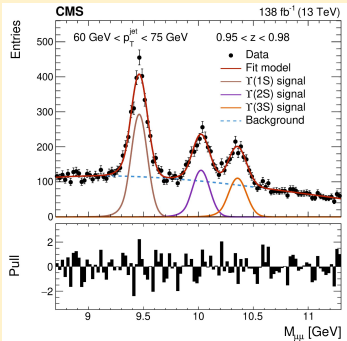
y más ...

Estudio de las propiedades de fragmentación de jets *Javier Llorente* conteniendo mesones $\Upsilon(nS)$

[CMS-SMP-25-005](#)

Primer estudio de quarkonia en estados de bottomium

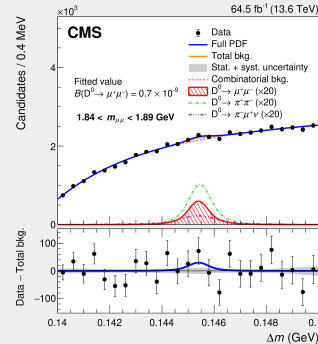
Los modelos no predicen adecuadamente el comportamiento en p_T y z



Búsqueda de la desintegración del mesón D en el canal $D^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ [CMS-BPH-23-008](#)

Cecilia Morcillo, Antonio Delgado, Antonio Pérez-Calero

Búsqueda en el canal $D^{*\pm} \rightarrow D^0 \pi^\pm \rightarrow \mu^+ \mu^- \pi^\pm$, trigger de dileptones de bajo momento y “data parking”



Tesis doctoral de Cecilia Morcillo

Cota más estricta a desintegraciones FCNC en el sector de *charm*

+Fracciones de producción de hadrones B [CMS-BPH-25-007](#)

Medida del cociente de secciones eficaces $tt+jet/tt$ y determinación de α_s y m_{top} *Tesis doctoral de Manuel González*

Mejora en la precisión gracias a nuevas predicciones @NNLO

Manuel González, Javier Llorente

[CMS-TOP-26-009](#)

Medida de la relación de carga de muones cósmicos μ^+/μ^-

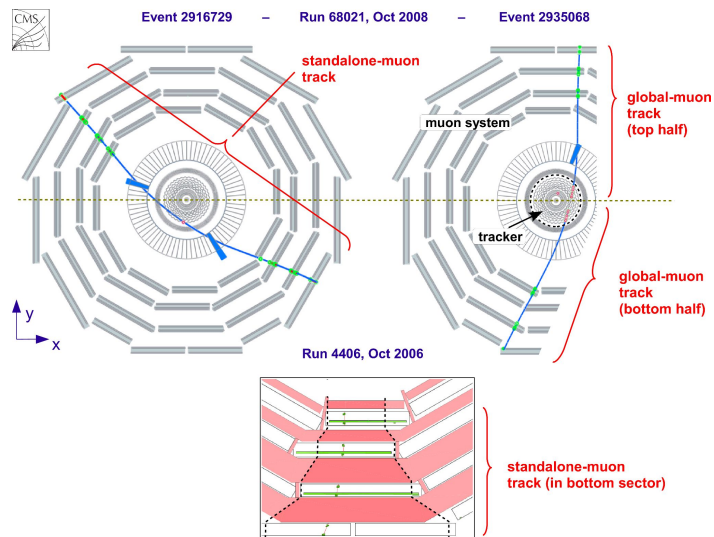
Maria Aldaya, Pablo García-Abia

CMS-MUO-10-001

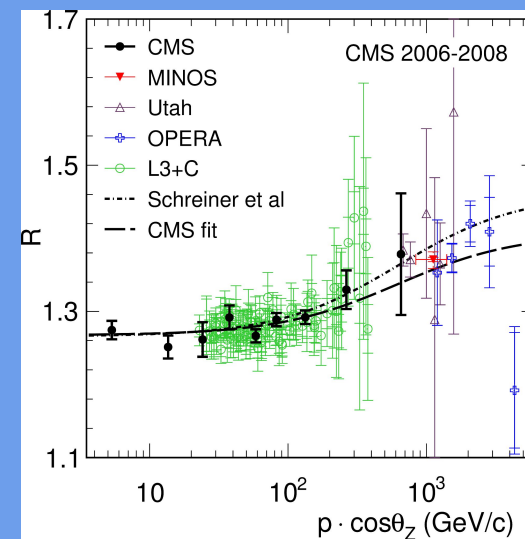
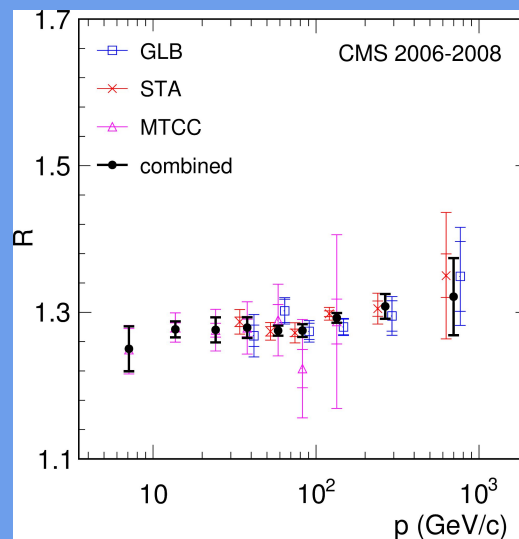
Primera publicación de CMS con resultados “de física”

Tesis doctoral de Maria Aldaya

Datos de comisionado en la caverna, CRAFT (2008)



Datos de comisionado en superficie, MTCC (2006)



Medida más precisa del cociente μ^+/μ^- para la región de momento inferior a 0.5 TeV/c

Responsabilidades:

Juan Alcaraz - Coordinador **Electroweak physics group (CMS Level 2)**, 2008 – 2009.

Isabel Josa - Coordinadora **Electroweak muon physics group (CMS Level 3)**, 2008 – 2009.

Juan Alcaraz - Coordinador **Vector Boson Task Force (CMS Level 3)**, 2010 – 2011.

Mara Senghi - Coordinadora **Top cross section physics group (CMS Level 3)**, 2015 – 2017.

Juan Alcaraz - Coordinador **CMS Physics group (CMS Level 1)**, 2015 – 2017.

Isabel Josa - Coordinadora **Standard Model Vector boson + jets physics group (CMS Level 3)**, 2016 – 2018.

Juan Pablo Fernández - Coordinador **Standard Model Vector boson + jets physics group (CMS Level 3)**, 2019 – 2021.

Juan Pablo Fernández - Coordinador **Standard Model Vector boson + jets physics group (CMS Level 3)**, 2023 – 2024.

Javier Llorente - Coordinador **Physics Modelling and Validation group (CMS Level 3)**, 2025 - 2027.

Silvia Goy - Coordinador **Muon HLT Physics Object Group (CMS Level 3)**, 2010-2011.

Silvia Goy - Coordinadora **Muon Physics Object Group (CMS Level 2)**, 2012-2013.

Carlo Battilana - Coordinador **Muon Physics Object Group (CMS Level 2)**, 2014-2015

Ignacio Redondo - Coordinador **Luminosity Group (CMS Level 2)**, 2015.

Juan Pablo Fernández - Coordinador **b-tag and vertexing performance/commissioning group (CMS Level 3)**, 2016-2018.

Diego Fernández - Coordinador **Muon Selection Muon POG group (CMS Level 3)**, 2023-2025.

Óscar González - Coordinador **Muon Physics Object Group (CMS Level 2)**, 2025-2027.

TFMs, trabajos de prácticas ...

Extensa participación en ARCs, IRs, Task Forces en áreas ME (W, Z, top ...)

