



# CMS Napoli nel 2016

19/12/2016

*O. Iorio, per il gruppo CMS Napoli*

- Panoramica su CMS nel 2016
- Commissioning degli RPC,
- Lavoro sulle GEM
- Analisi di standard model e BSM

# Il gruppo CMS Napoli

## Assoc. scientifica:

- S. Buontempo (DR)
- N. Cavallo (PO)
- S. Di Guida (PhD)
- F. Fabozzi (PA)
- F. Fienga (Phd)
- O. Iorio (AR)
- L. Lista (PR)
- S. Meola (PA)
- M. Merola (20% AR)
- P. Paolucci (PR)
- F. Thyssen (AR)
- F. Tramontano (PA)

## New entries nel 2016:

- A. Bonaura (PhD)
- G.De. Lellis (PA)
- A. Di Crescenzo (AR)
- G. Galati (PhD)
- W. A. Khan (AR)
- E. Vovedina (PhD)

## Le responsabilità nel 2016:

- Pigi: Muon Resource Manager
- Orso : RPC Database Contact
- F.Fabozzi : PPD Validation  
convener
- F.Thyssen: RPC Online software  
responsible

Come visit us :)

[https://web2.infn.it/cms\\_napoli/](https://web2.infn.it/cms_napoli/)

## Servizi:

- L. Parascandolo
- F. Cassese
- L. Roscilli
- G. Passeggio
- A. Vanzanella

## Oltre a numerosi laureandi triennali nel corso degli anni:

L. Vigilante [Gennaio 2014]  
A. Di Iorio [Maggio 2014]  
C. Giugliano [Dicembre 2014]  
S. Fusco [Settembre 2015]  
R. Pratico [Febbraio 2016]

# E le attività:

## Upgrade & commissioning

Sistema presente:

- Rivelatori ad RPC
- DAQ – realizzato a Napoli
- Software Trigger/DAQ
- Sistema di potenza
- Monitoraggio temperatura
- progetto iPipe

Upgrade Phase II

- Rivelatori iRPC: bakelite
- Rivelatori iRPC: design
- Meccanica GEM/RPC
- Sistema di potenza
- GIF++ constructionA.

## Database e physics performance

Produzione e validazione:

- Riprocessamento dati
- Nuove releases per MC
- Validazione del software CMS

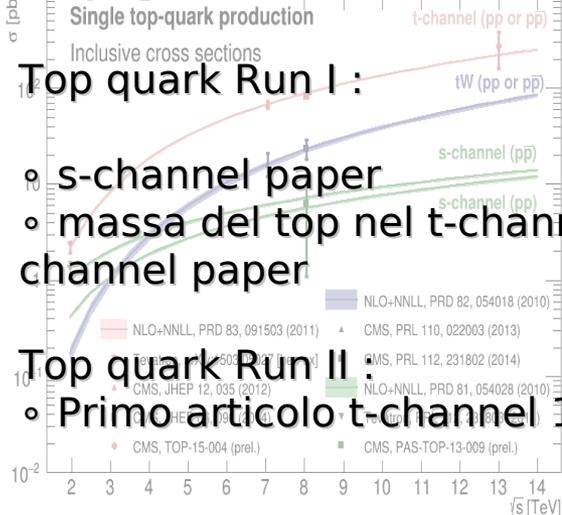
DQM:

- Gestione dell'accesso al condition database

RPC Database  
RPC Performances



## Analisi



Top quark Run I :

- s-channel paper
- massa del top nel t-channels-channel paper

Top quark Run II :  
◦ Primo articolo t-channel 13 TeV

Dark matter :

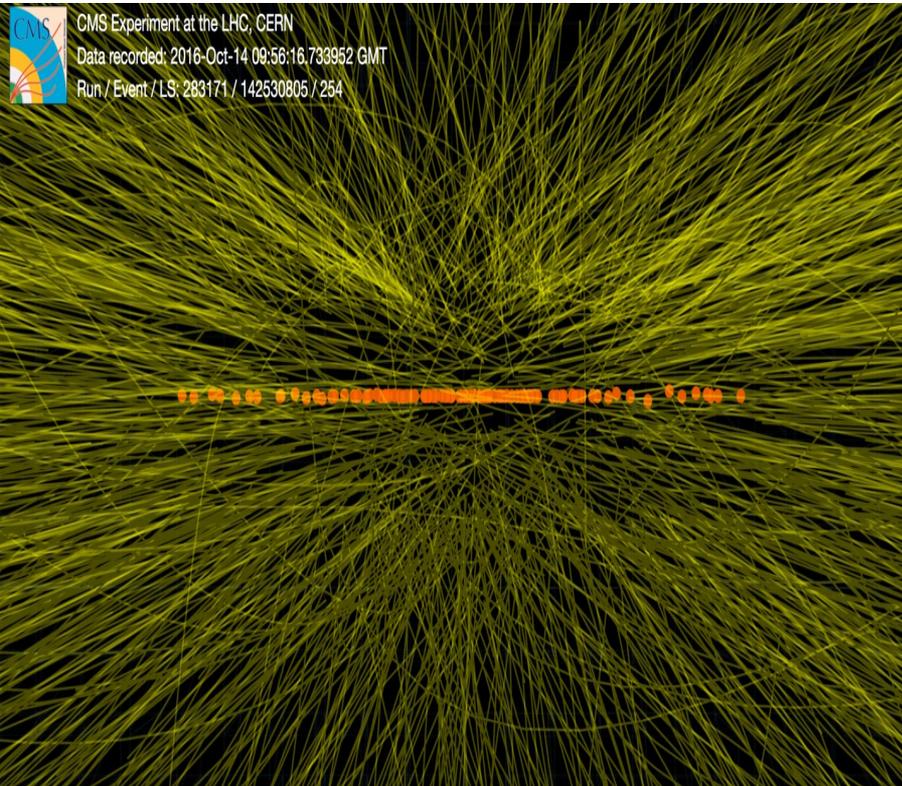
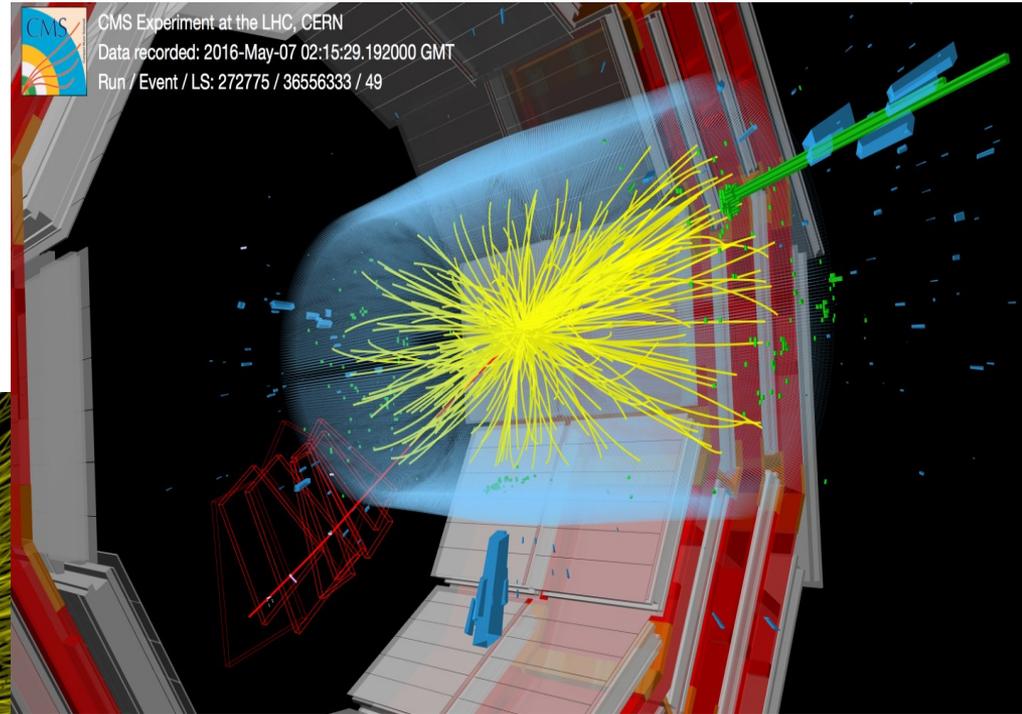
- Software framework
- Statistical framework
- DM analysis

# 2016: LHC a pieno regime!

**luminosità di progetto:**

**Raggiunta e ~superata!**

- design:  $10^{34}$  Hz / cm<sup>2</sup>
- picco nel 2016:  $1.5 * 10^{34}$  Hz / cm<sup>2</sup>

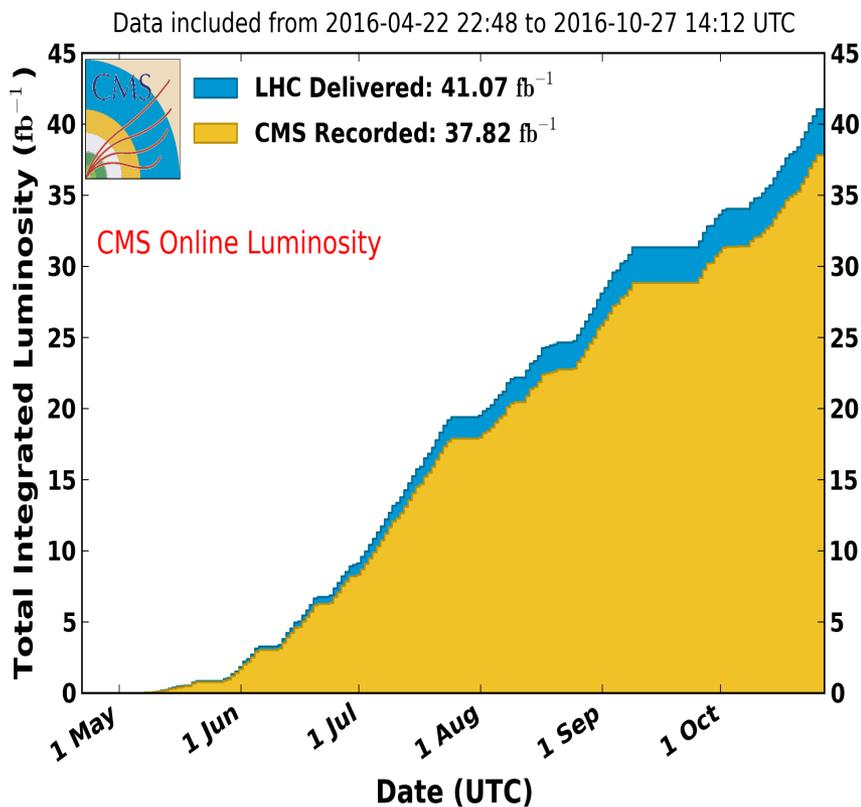


- ~ bunch crossing ogni 25 ns!
- ~25 interazioni per bunch crossing

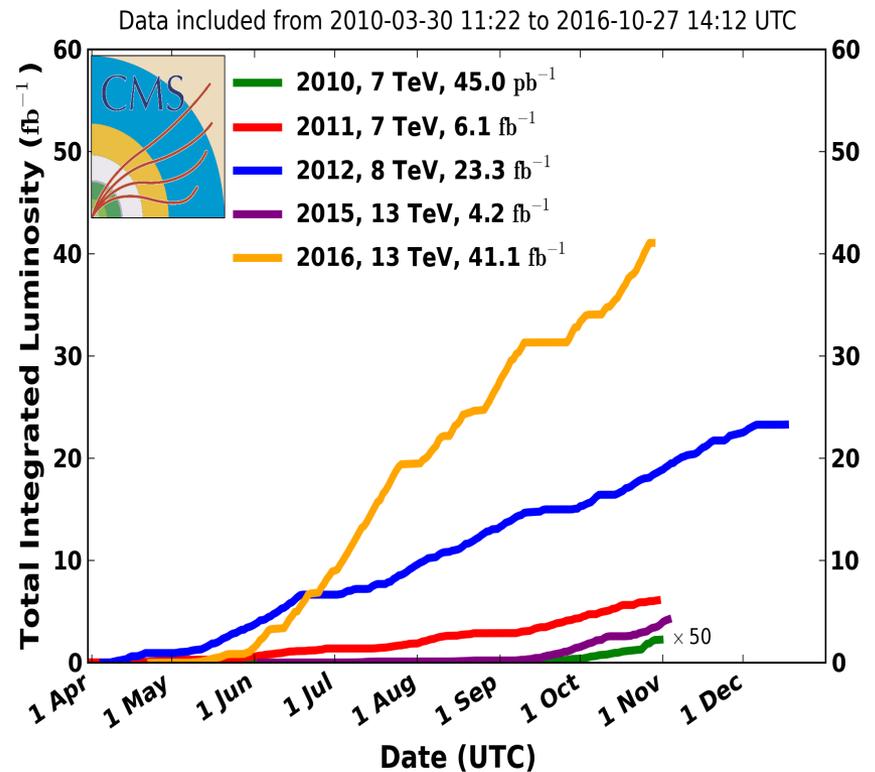
# Un anno da record!

- In totale **41 fb<sup>-1</sup> registrati** , **38 certificati!!**

CMS Integrated Luminosity, pp, 2016,  $\sqrt{s} = 13$  TeV



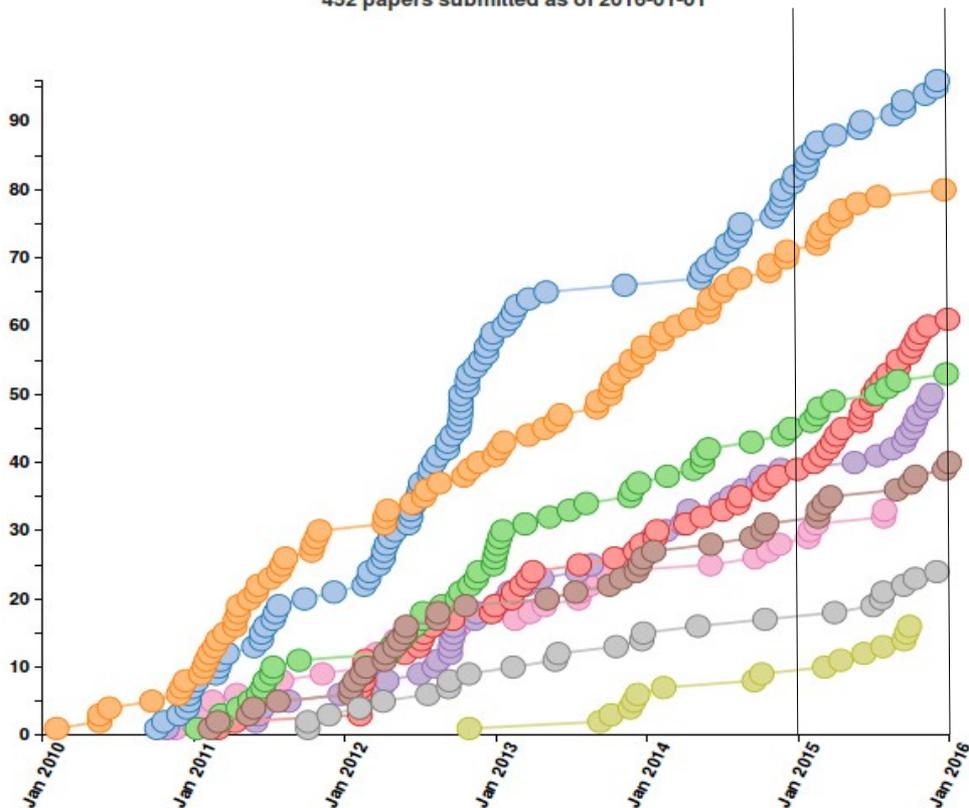
CMS Integrated Luminosity, pp



# Analisi a pieno ritmo



452 papers submitted as of 2016-01-01



- Publicazioni: non tengono in conto dei risultati preliminari (~fattore 2)

- 565** articoli in **totale**, di cui **35** con i dati del **Run-II**

- ~**70** articoli a partire dal **Gennaio 2016**

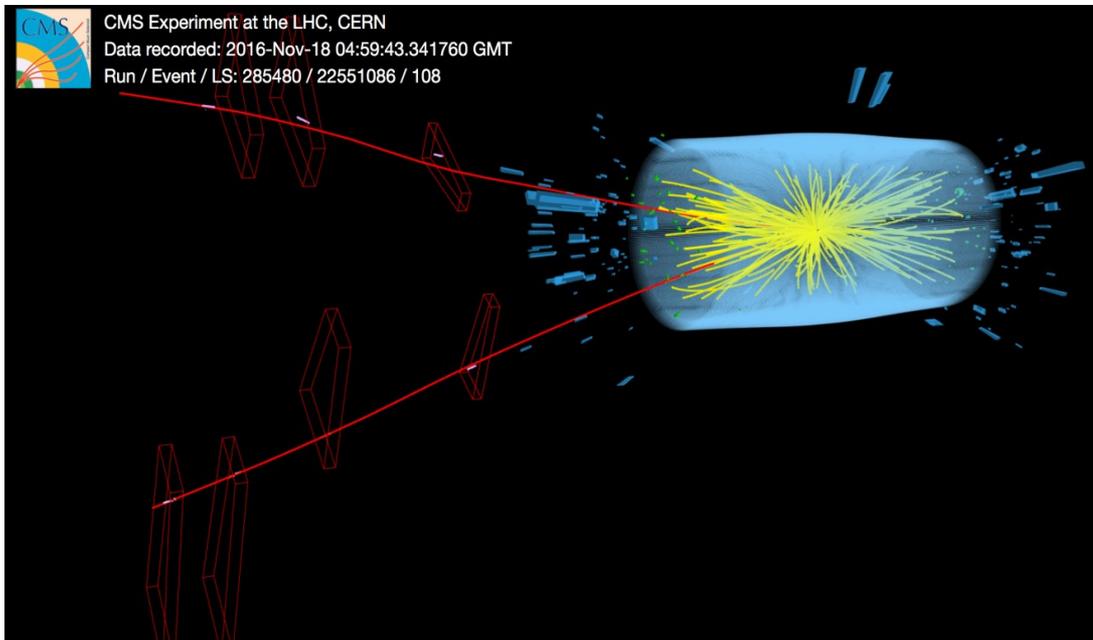
# Upgrade & commissioning

# Struttura del gruppo RPC

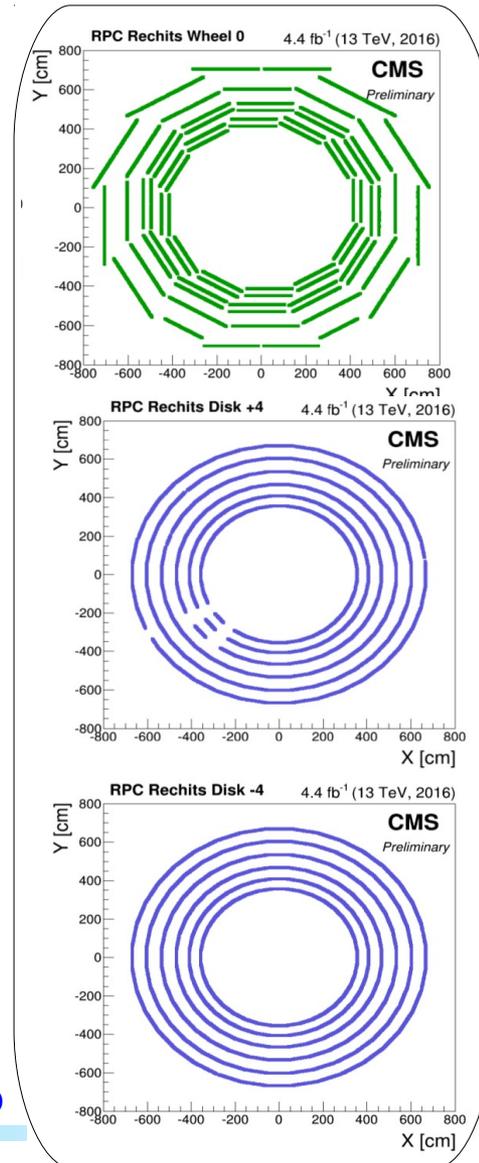


# RPC performances

- Rivelazione dei muoni: prestazioni eccellenti nel 2016
- Dischi +/- 4 importanti per efficienza con eventi nella regione forward!

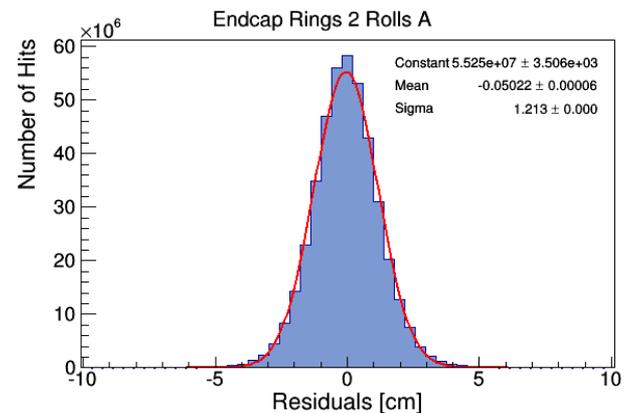
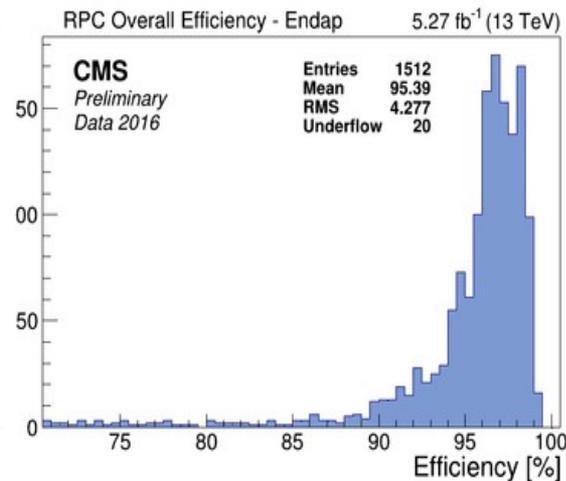
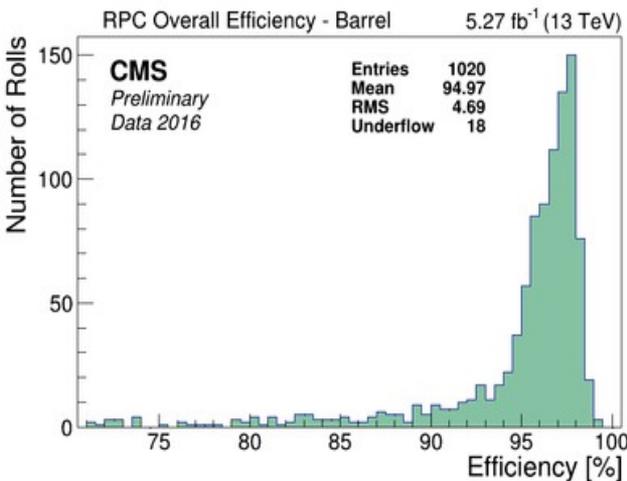
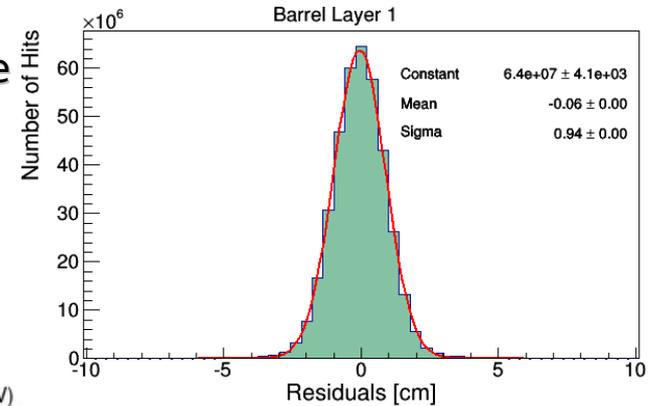


- Visuali XY: proiezione sul piano XY dei muoni : **Barrel** ed **Endcap**



# RPC performances

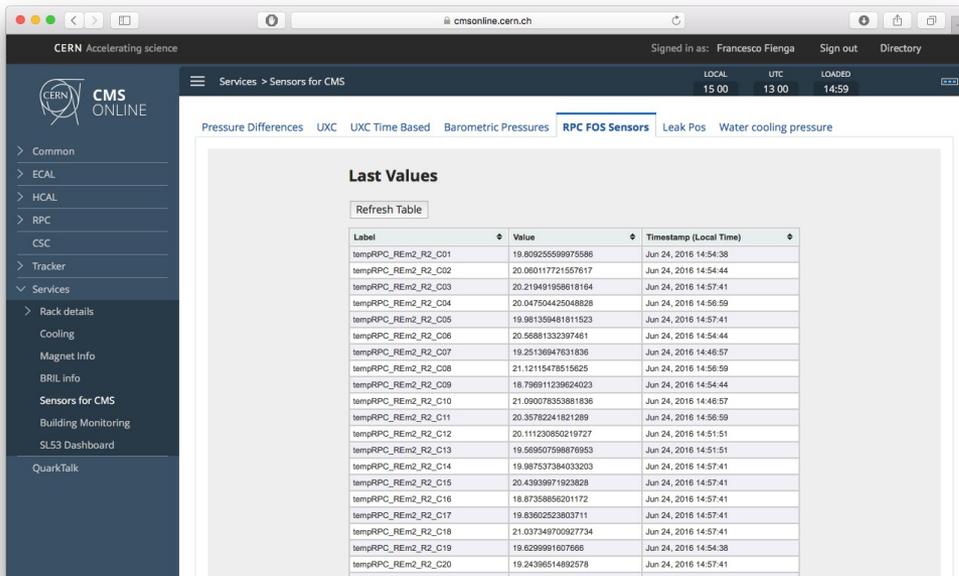
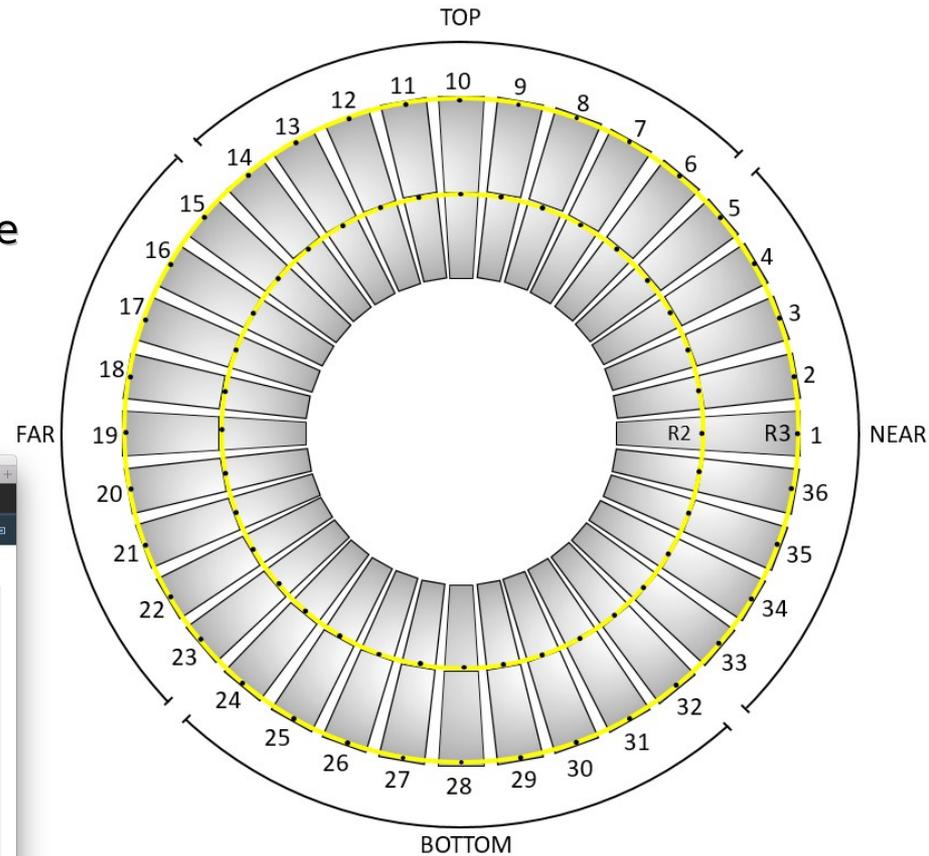
- Si usa la proiezione dei segmenti fittati nelle CSC/DT
- Misura dei residui: differenza tra posizione del muone e posizione misurata
- Misura di **l'efficienza**:  $\frac{\text{numero di conteggi}}{\text{numero di muoni che impattano}}$



# Monitoring temperatura RPC

[F. Fienga , S. Buontempo, G. Breglio, Zoltan Szillasi, Noemi Beni]

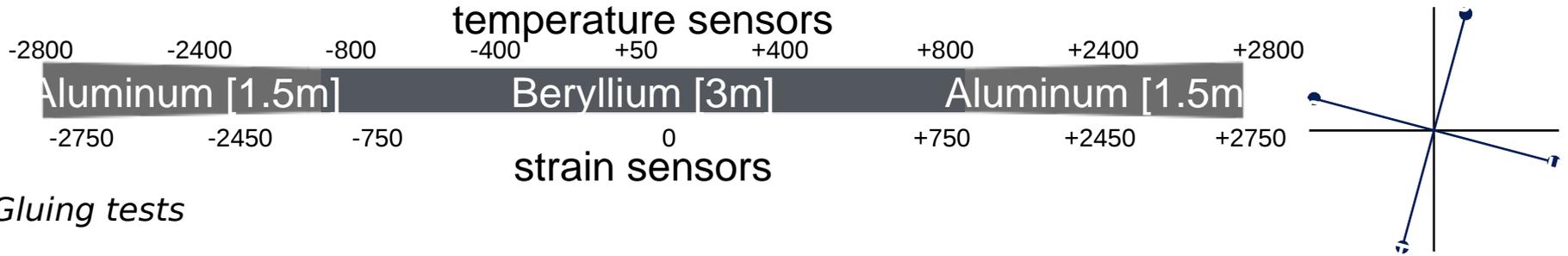
- 432 sensori, uno per ogni camera, installati tra Run-I e Run-II
- Dopo l'installazione i sensori sono stati *ri-calibrati* per tener conto del cambiamento dello spettro rivelato, a causa dell'installazione
- Dati monitorati online



# Temperatura beam pipe: iPipe project

[F. Fienga , S. Buontempo, G. Breglio, Zoltan Szillasi, Noemi Beni]

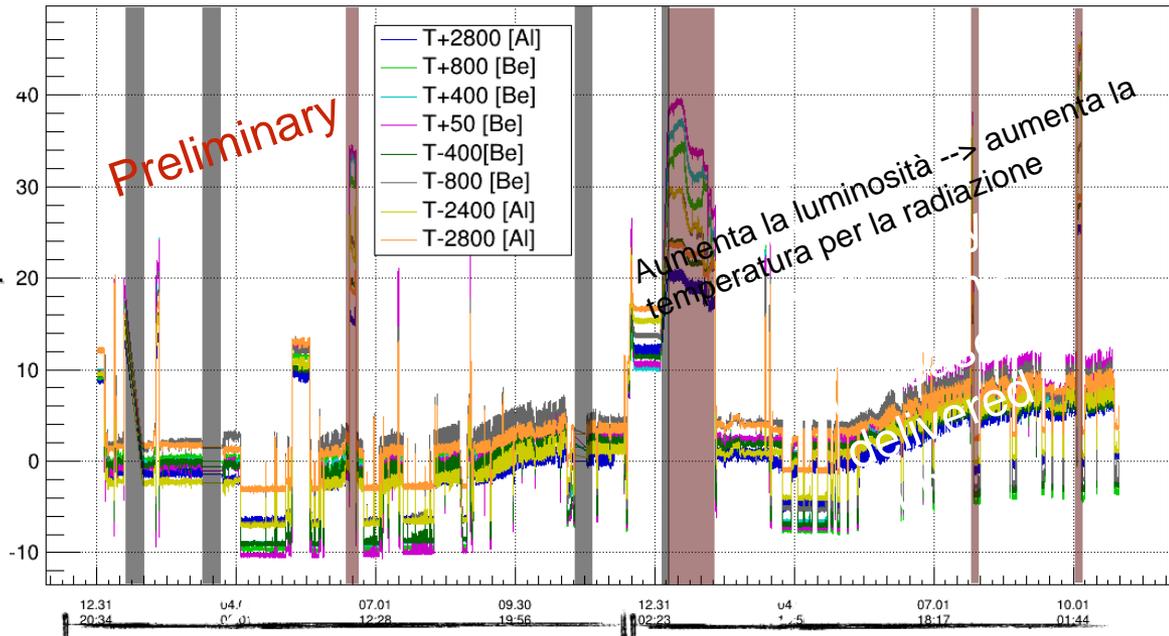
- Installati nel LS1 sulla beam pipe: fibre con 16 ssensori l'una.



Gluing tests



- Correlazione intensità fascio - temperatura
- FPG applicati anche al tracker
- Più dettagli in backup



# Upgrade RPC e sistema a muoni

- Upgrade verso HL-LHC allo scopo di mantenere e migliorare le prestazioni di Run-I e Run-II:

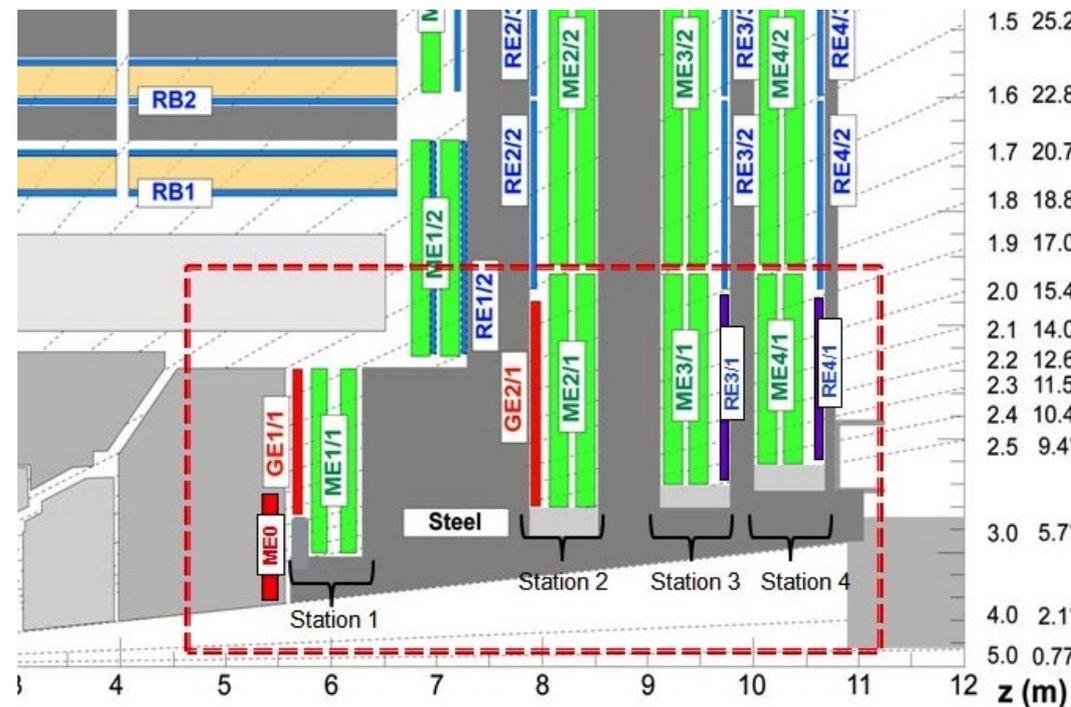
- Luminosità istantanea di  $5 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- Luminosità integrata 3000 fb<sup>-1</sup> in 10 anni
- Energia 14 TeV

- Studi di consolidazione e longevità:

- migliorare i detector e l'elettronica
- R&D su detector più resistenti

- Copertura angolare ( $1.6 < |\eta| < 2.4$ )

- GEM ME1/1 (LS2) e ME2/1
- Nuovi RPC RE3/1 e RE4/1

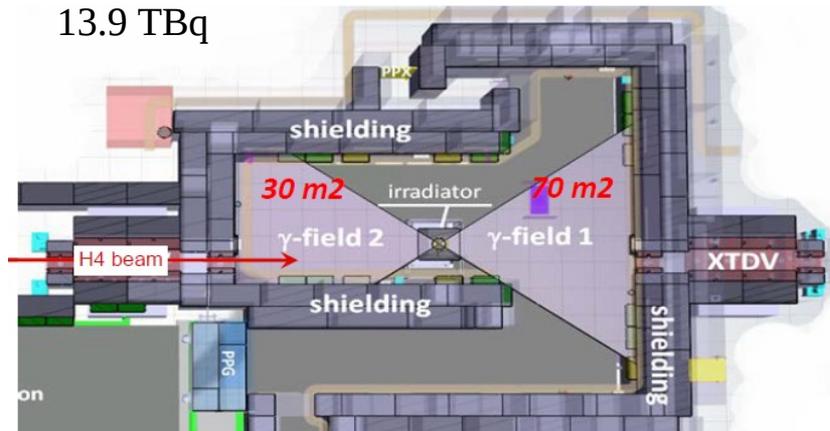


# Upgrade RPC: Studi alla GIF++

Stazione al CERN per gli studi sulle camere

[S. Meola, A. Gelmi]

13.9 TBq



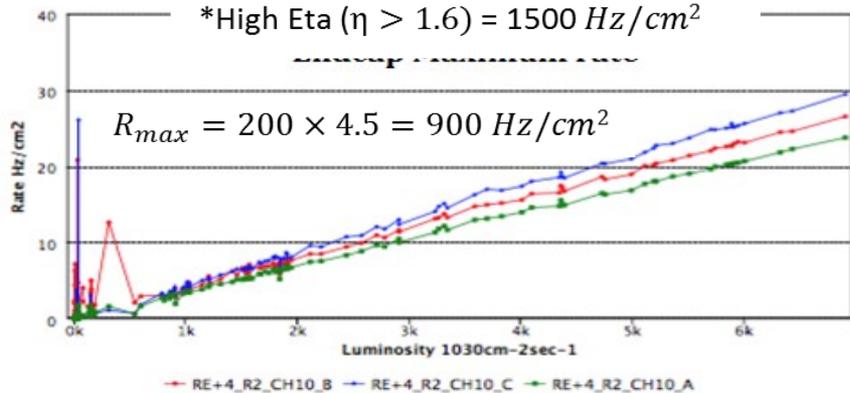
- Resistività bachelite più bassa:  
Diminuisce il tempo di ricarica degli elettrodi

$$\tau = \rho \epsilon_0 \left( \epsilon_r + \frac{2d}{g} \right) \quad \rightarrow \quad R = 1/\tau$$

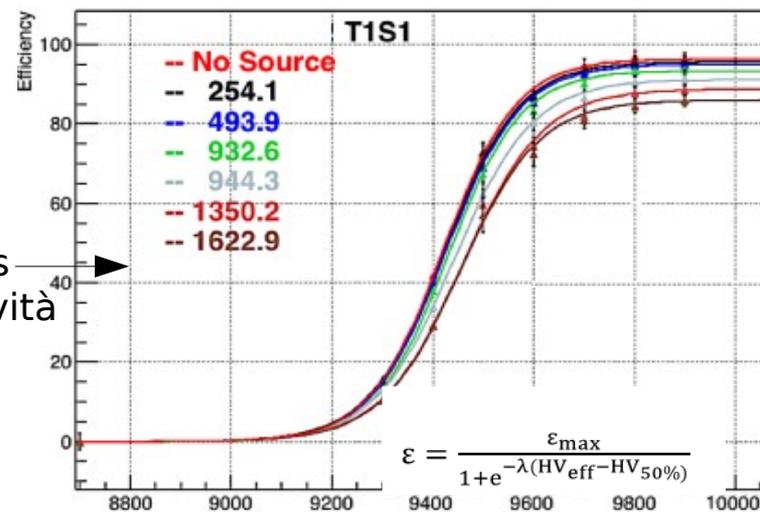
- Gas gap inferiori (< 2 mm): miglior risoluzione spaziale e temporale

Cs-137 -> Ba-137m + ( $\beta^-$ ) -> Ba-137 + ( $\gamma$ 662 keV)  
 $1 < ABS > 50000$   
 Fascio di muoni:  $10^4$  muoni per spills

\* Barrel = 500 Hz/cm<sup>2</sup>  
 \* High Eta ( $\eta > 1.6$ ) = 1500 Hz/cm<sup>2</sup>



\* Efficiency tests  
 \* Tests di longevità



# Upgrade RPC: tests a Napoli

[F. Fienga, S. Buontempo,  
A. Buonaura, A. Di Crescenzo, G. Galati]

◦ Tests dello spessore delle gas gap:  
ad High Voltage con diversi spessori

50x70cm gap::

- 4x2.0mm
- 4x1.4mm
- 4x1.6mm
- 4x1.2mm

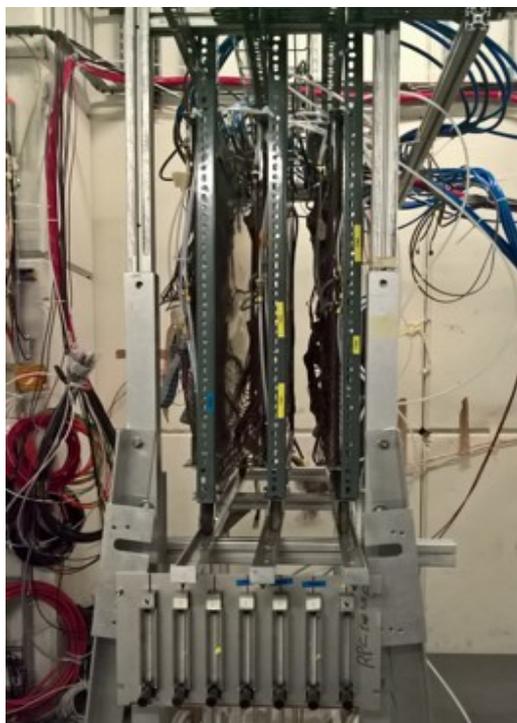
30x30cm gap:

- 4x1.4mm
- 4x1.6mm
- 4x1.2mm



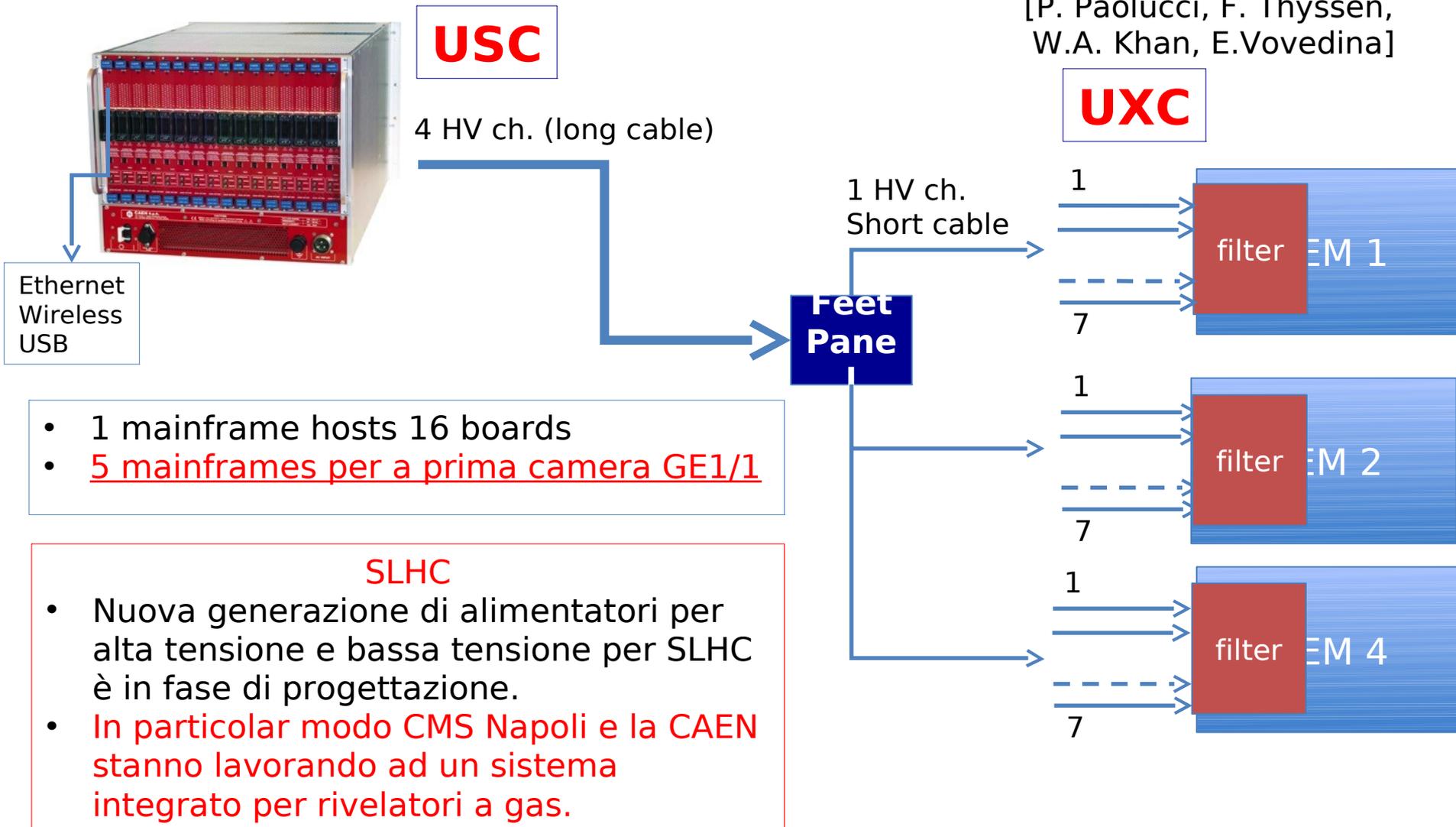
◦ Camere assemblate e testate a Napoli,  
Pronte per essere spedite al CERN

◦ Camere del 2015 testate alla GIF++  
nel 2016. Camere del 2016 --> test nel 2017

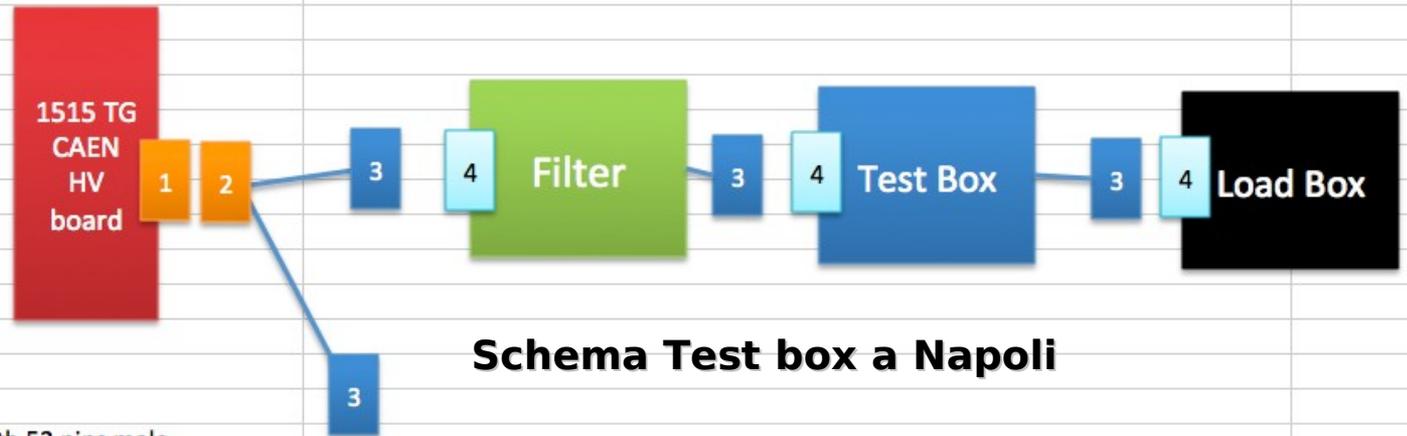


# GEM a CMS: schema generale

[P. Paolucci, F. Thyssen,  
W.A. Khan, E.Vovedina]



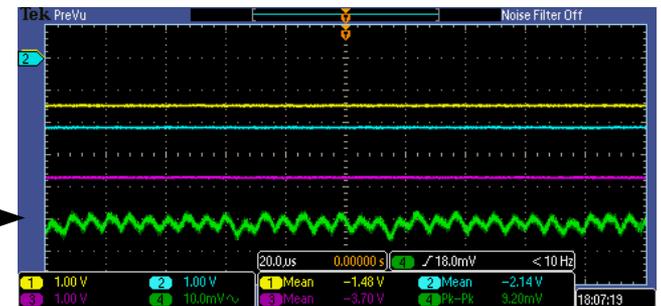
# Tests sulle GEM



## Connector definition

- 1 Chassis Base female with 52 pins male
- 2 Cable plug male with 52 pins female
- 3 Cable plug male with 23 pins female
- 4 Chassis Base female with 23 pins male

- **3 HV boards** stanno venendo testate tra CERN e Napoli
- Primo **filtro HV** testato al CERN
- Pannello delle Feet patch in preparazione
- **Test finora hanno mostrato:**
  - **noise basso** (<10 mV pp)
  - Stabilità
  - Firmware funzionante



# Validazione / database

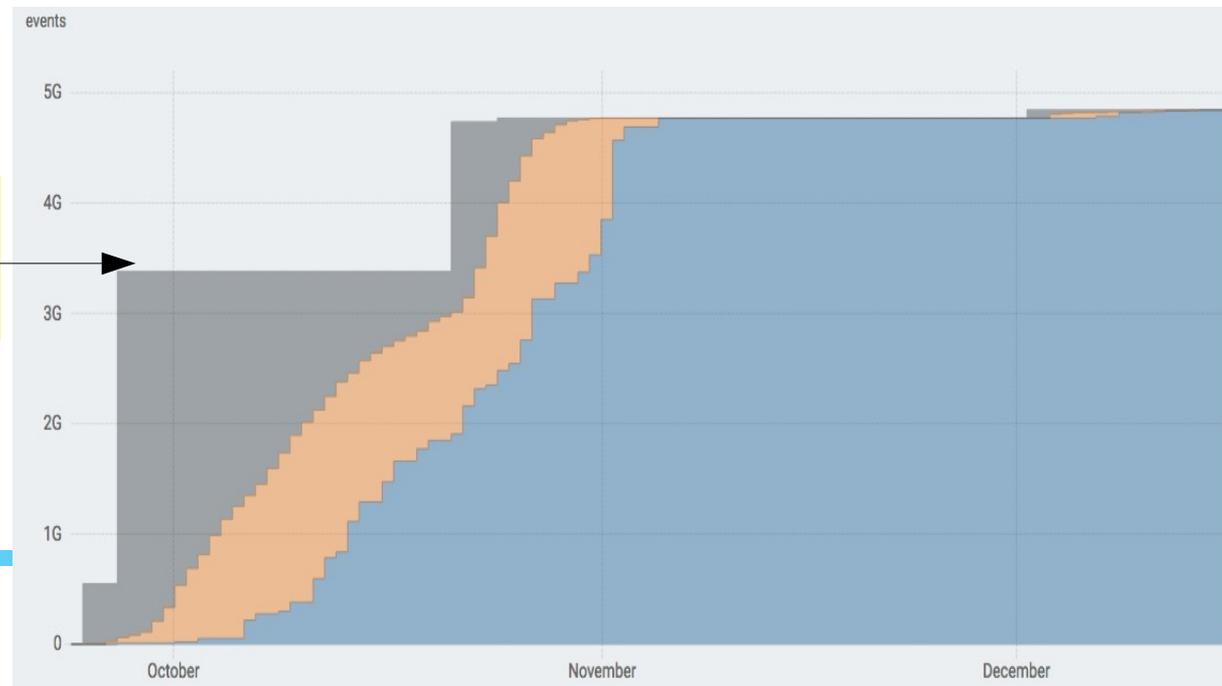
# Attività di coordinamento in PPD

Management posizione di Livello 2:

[F.Fabozzi]

- Coordinamento attività di validazione/setup/sottomissione della produzione ufficiale per il ri-processamento di dati (*ReReco*) e simulazione. Definizione di datasets e skim per la presa dati.
- **Per Moriond 2017 reprocessing dati (fatto ) e produzione MC (in corso)**
- Preparazione alla presa dati 2017:
  - campagne di validazione del software di simulazione e ricostruzione upgraded detector
  - Pronti per la prima campagna di produzione per la simulazione con detector del 2017 per consentire studi di performance e trigger

2016 data re-reco campaign "history plot"



# Online monitoring: DQM and database

## Data Quality Monitoring:

[S.Di Guida]

- Raccoglie informazioni che possono indicare problemi di detector o software di ricostruzione

## DQM Online: monitoring in tempo reale (~1 min di latency)

- Solo 10% dei dati viene campionato
- Monitoraggio dal vivo
- 25 applicazioni indipendenti in parallelo

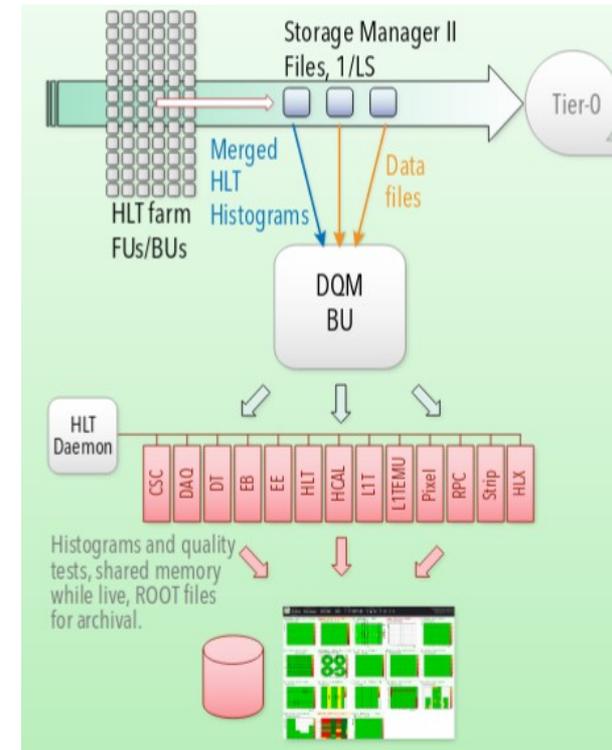
### Scopo finale:

- avere up-to-date e online i criteri di qualità necessari per catalogare i dati / individuare problemi

## Database online:

[O.Iorio]

- selezionare e raccogliere in formato persistente le informazioni più importanti da consultare nel lungo termine
- raccogliere dati di natura e origine diversa, per scremarli e salvarli in un database ORACLE



# Physics analyses: standard model

# Standard Model “tags”

Tipo di processo/tag di CMS/ cross section:

Underlying event – proprietà dell'evento [FSQ]

QCD Hard scattering - Quantum Chromodynamics multijet [SMP]

b-hadron production/ light resonances ( $J/\psi$ ) [BPH]

Single Vector boson production, W/Z [SMP] -  $\sigma \sim 10\text{-}60 \text{ fb}$

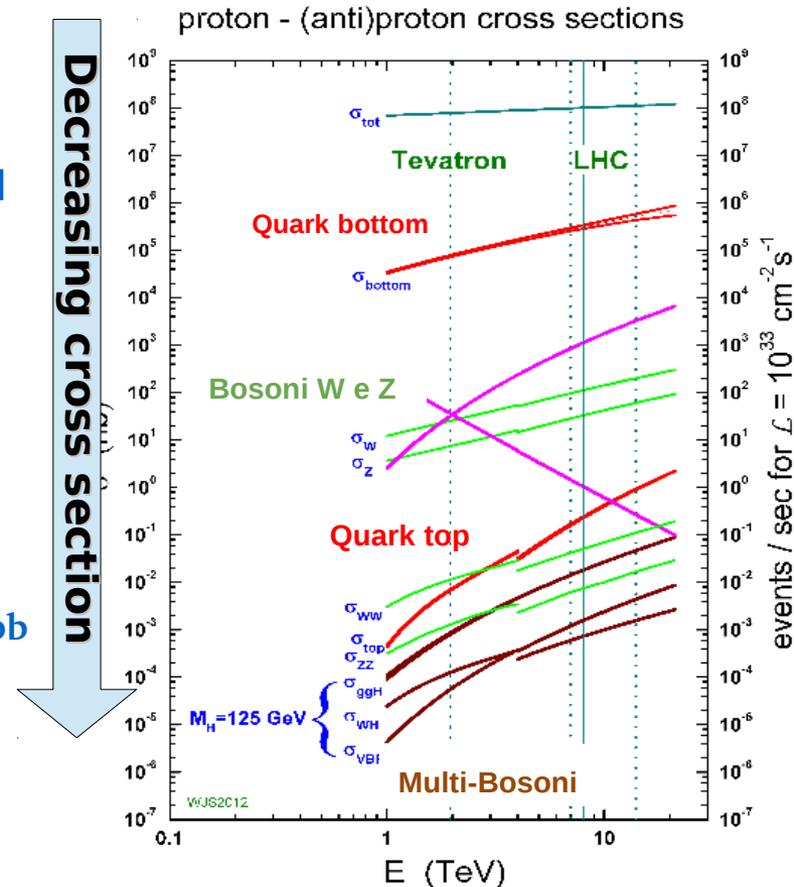
strong top-quark pair production [TOP] -  $\sigma \sim 800 \text{ pb}$

electroweak single top quark production [TOP] -  $\sigma \sim 80\text{-}200 \text{ pb}$

double vector boson production (WW/ZZ/WZ) [SMP] -  $\sigma \sim 50 \text{ pb}$

Higgs production [HIG] -  $\sigma \sim 10 \text{ pb}$

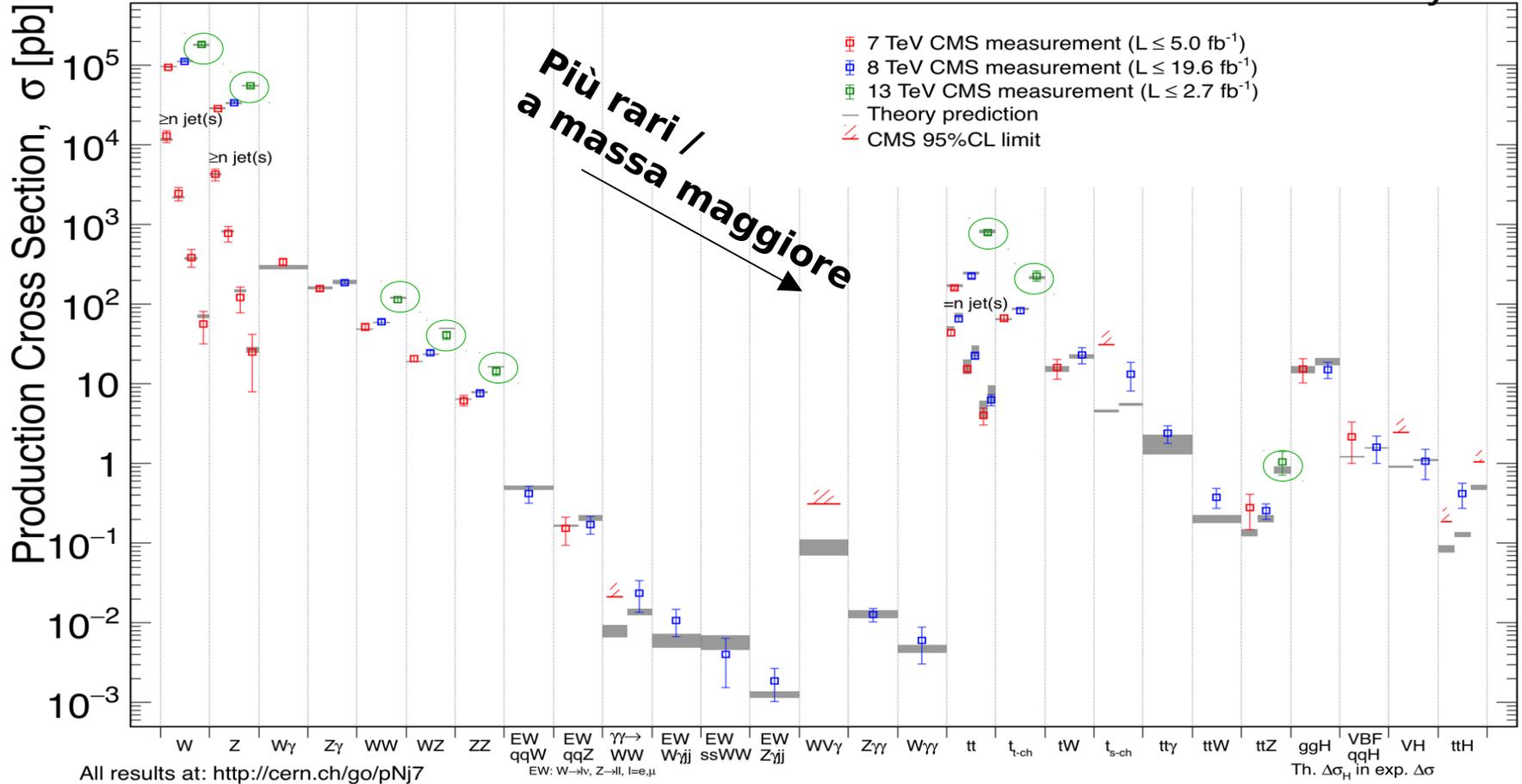
Associated top + higgs [HIG/TOP] -  $\sigma \sim 1 \text{ pb}$



# SM@CMS: Overview

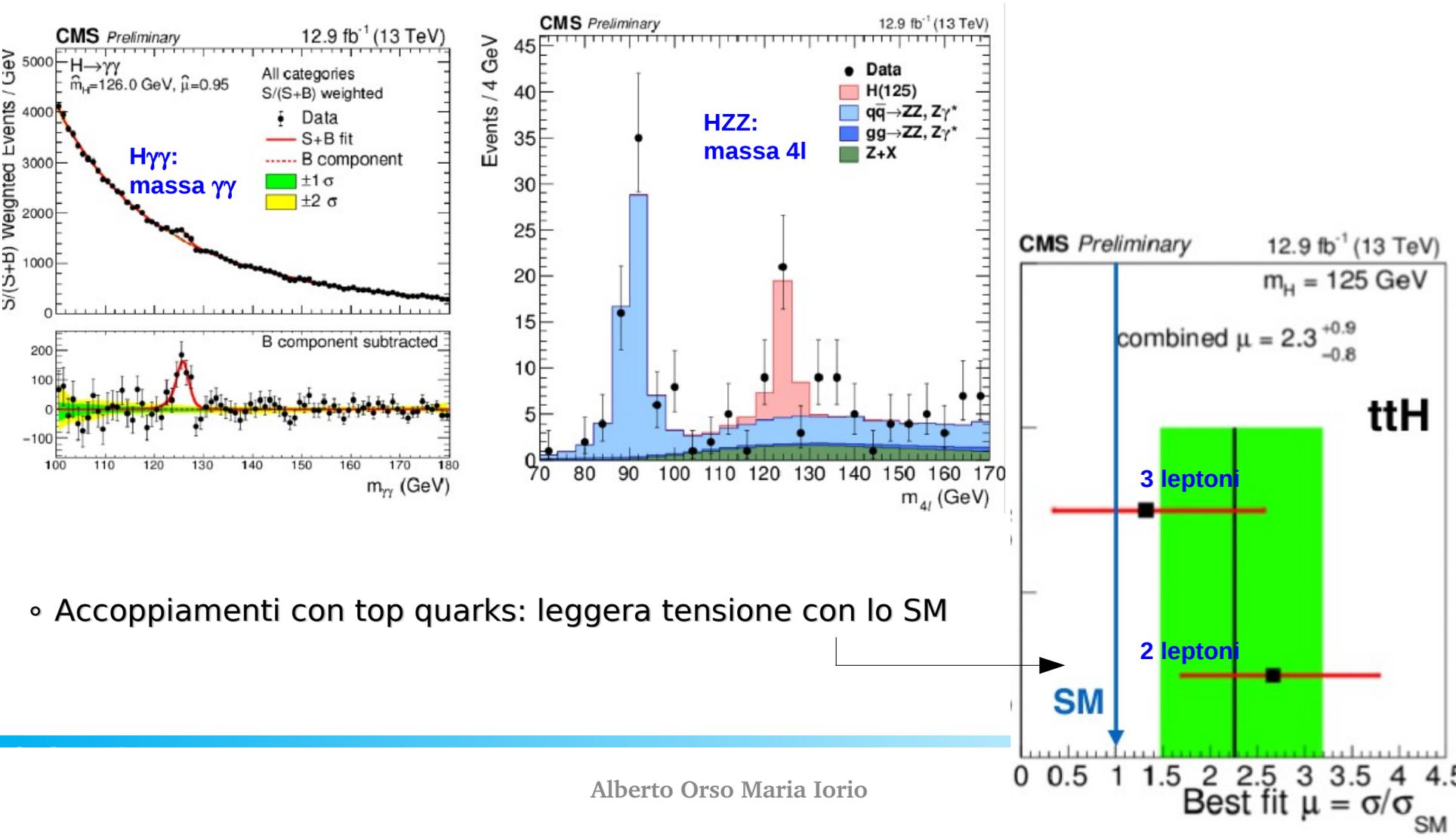
June 2016

CMS Preliminary



# SM@CMS: Higgs rediscovery

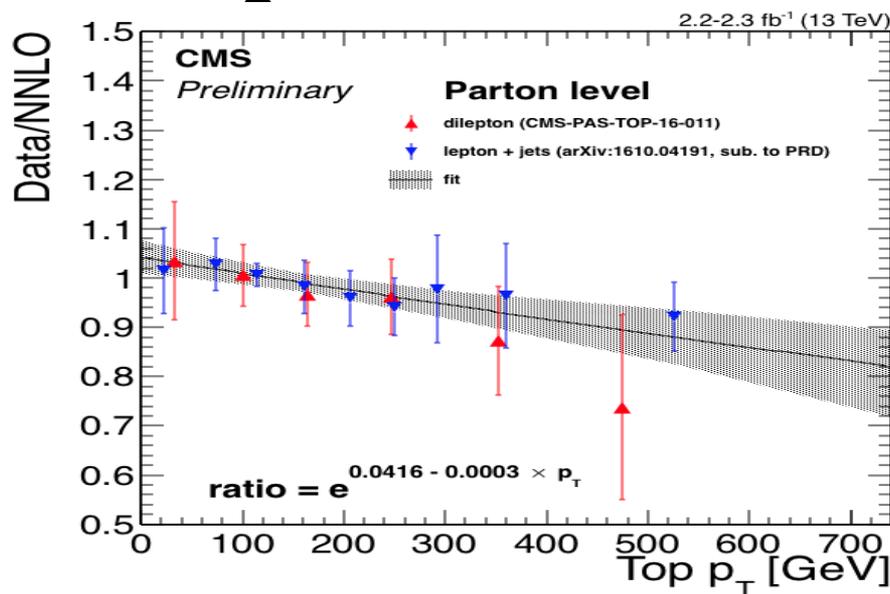
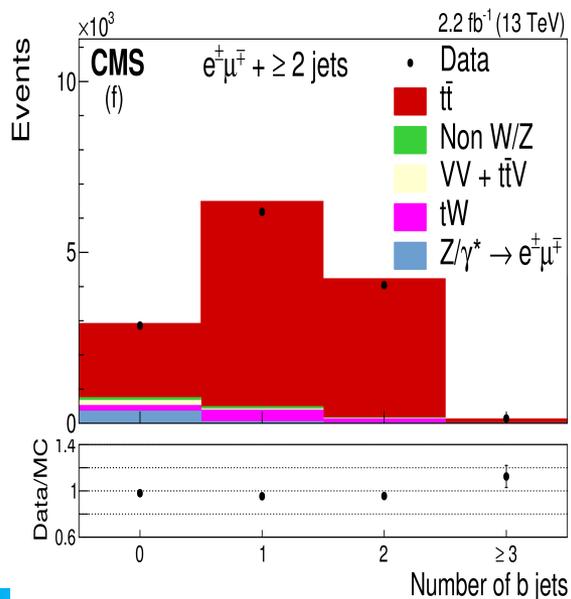
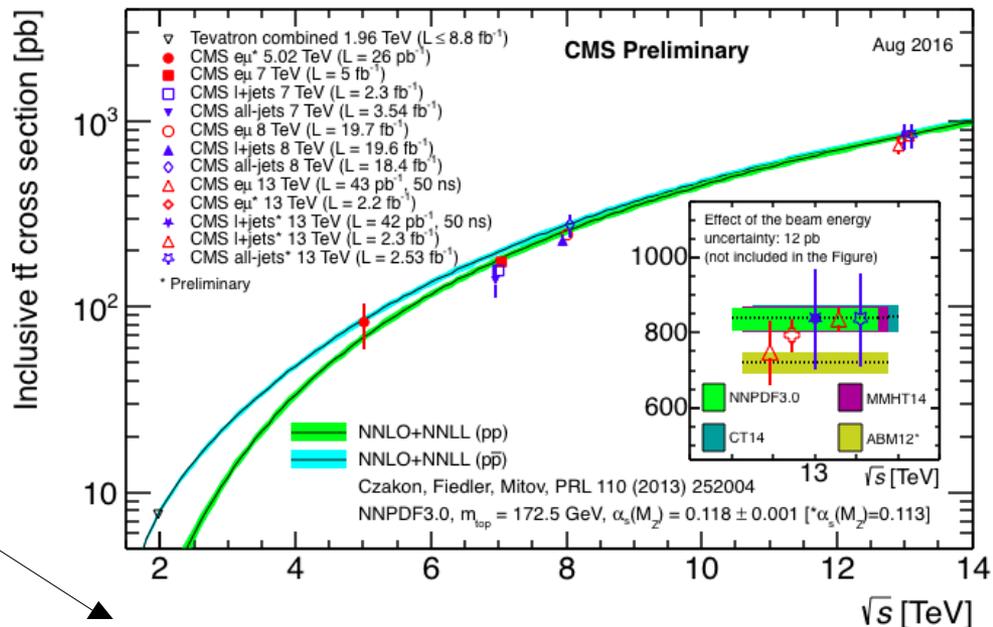
- Reload delle analisi con dati a 13 TeV:  $\gamma\gamma$  e 4 leptoni: l' Higgs...è dove l'avevamo lasciato!



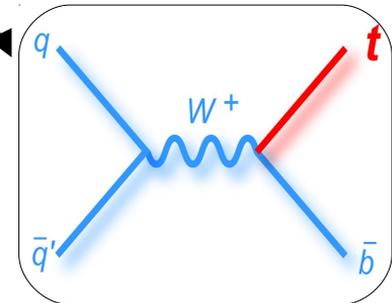
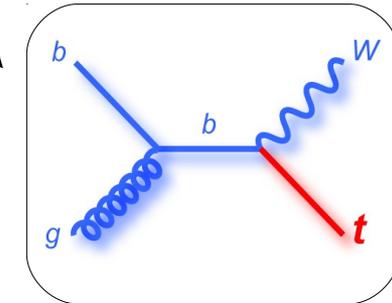
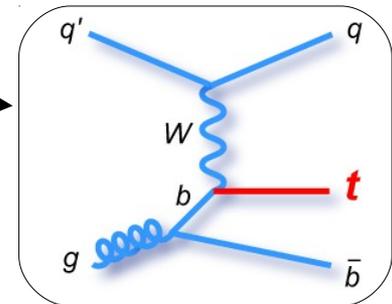
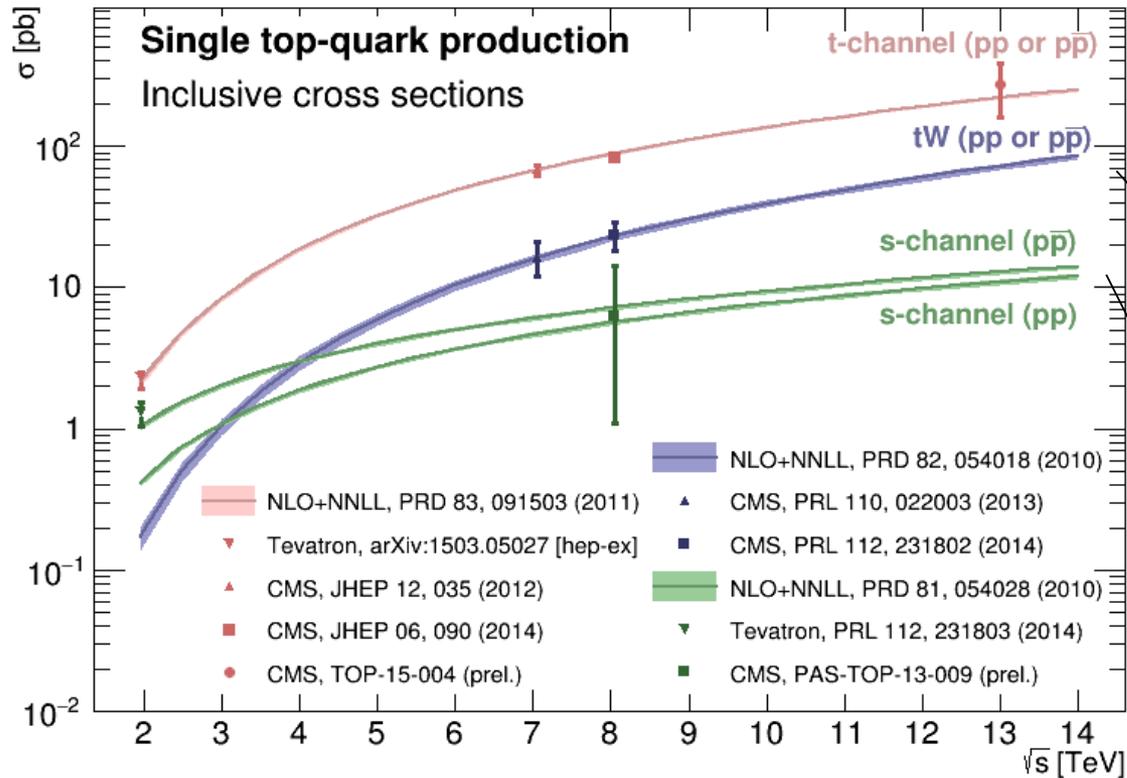
- Accoppiamenti con top quarks: leggera tensione con lo SM

# SM@CMS: 13 TeV top quark

- Misure di precisione coi dati a 13 TeV, specialmente nei canali leptonici
- Le misure differenziali sono un laboratorio per la QCD
- già comparabili a modelli NNLO



# SM@CMS: single top quark

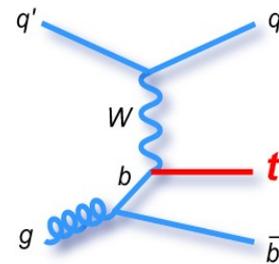


Contributo su tutti i canali single-top a 7,8 e 13 TeV!

Misure di **sezione d'urto** e di **proprietà** del quark top.

[L.Lista, F.Fabozzi, O.Iorio, M. Merola]

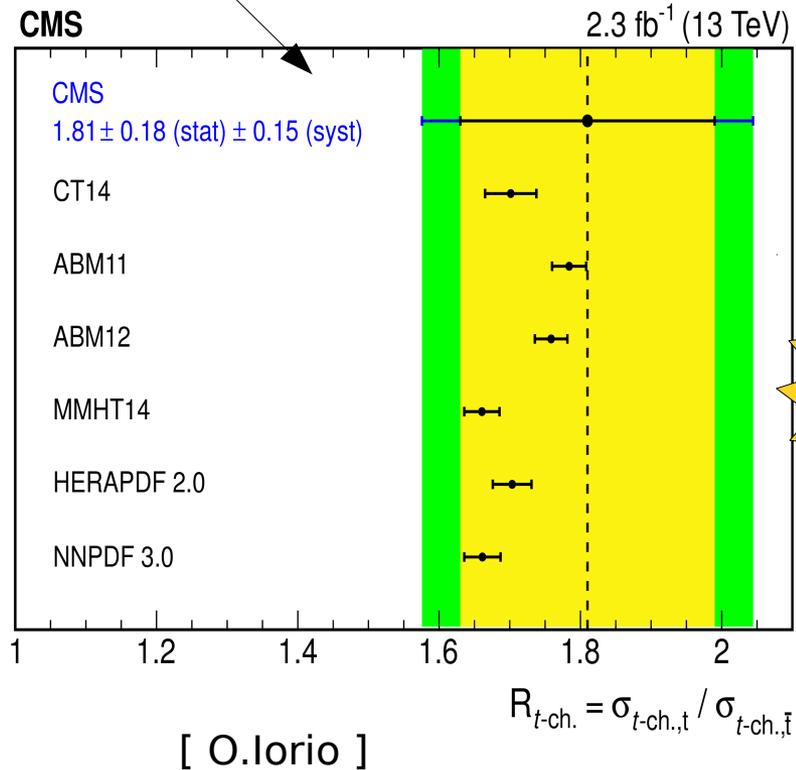
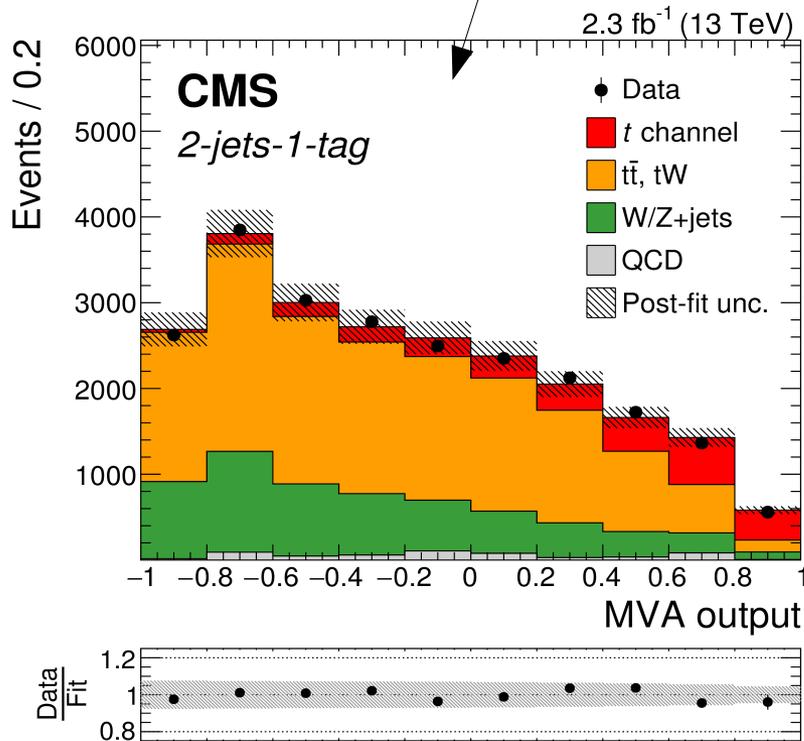
# SM@CMS: 13 TeV single top quark



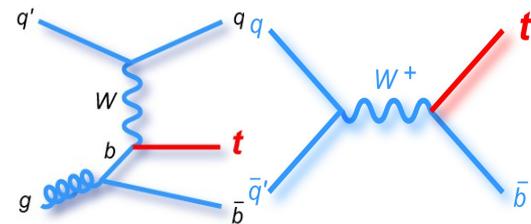
- Dopo la prima misura, **primo articolo** con i dati a 13 TeV!
- Misura della sezione d'urto t-channel e dell'asimmetria di carica

## Misura di elemento CKM $V_{tb}$

## Misura diretta delle PDF

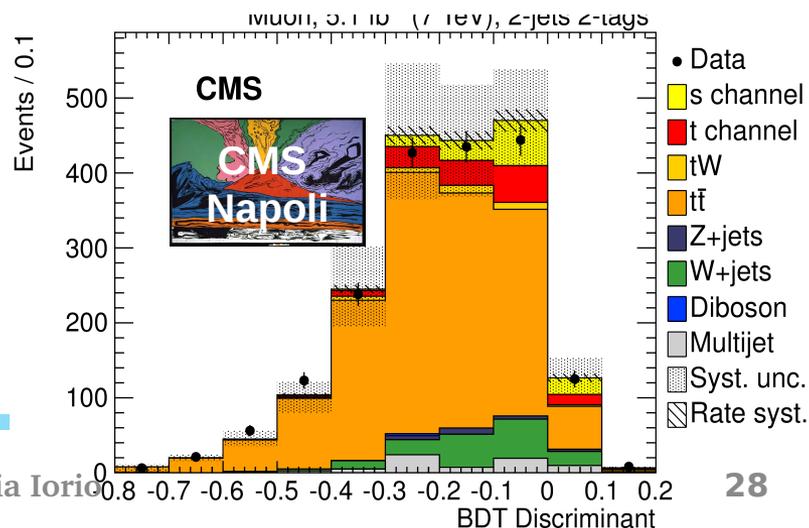
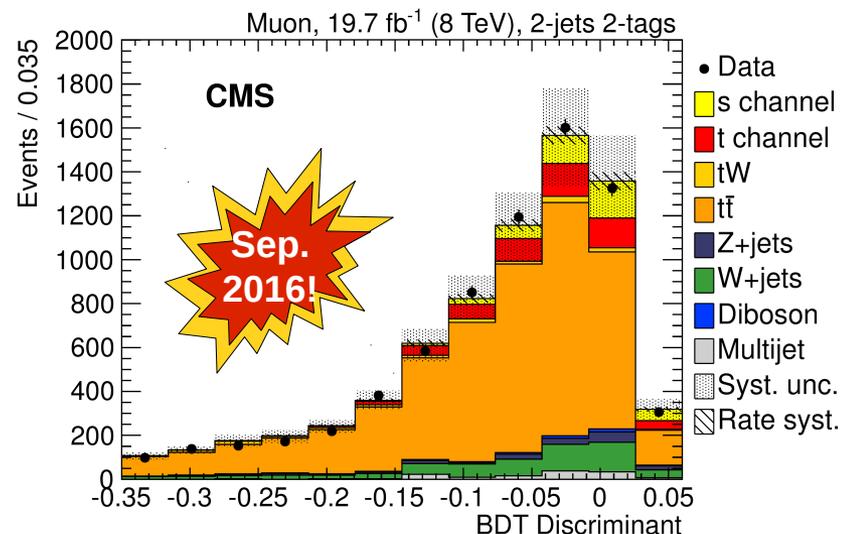
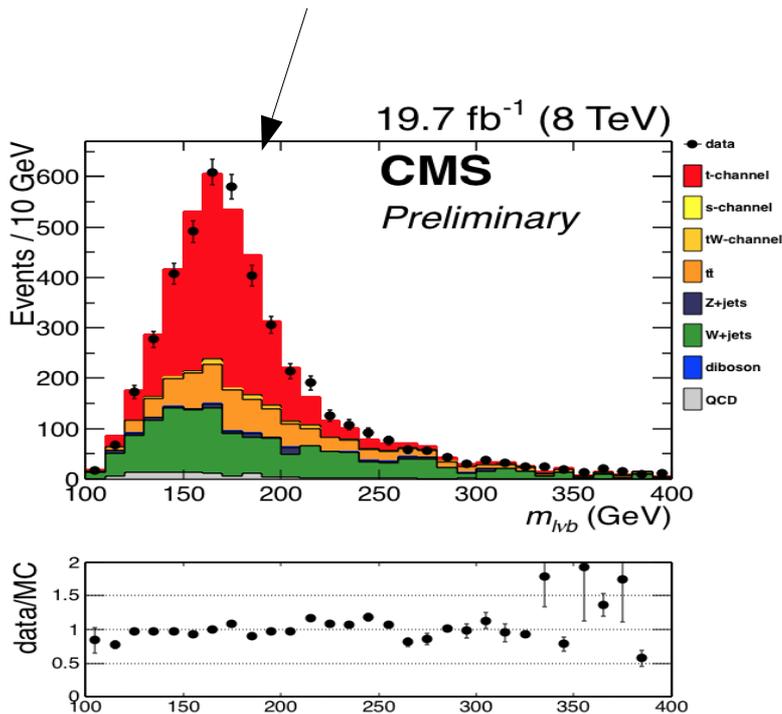


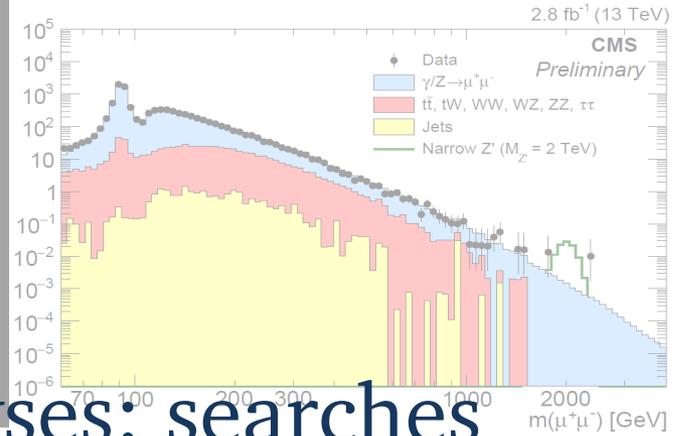
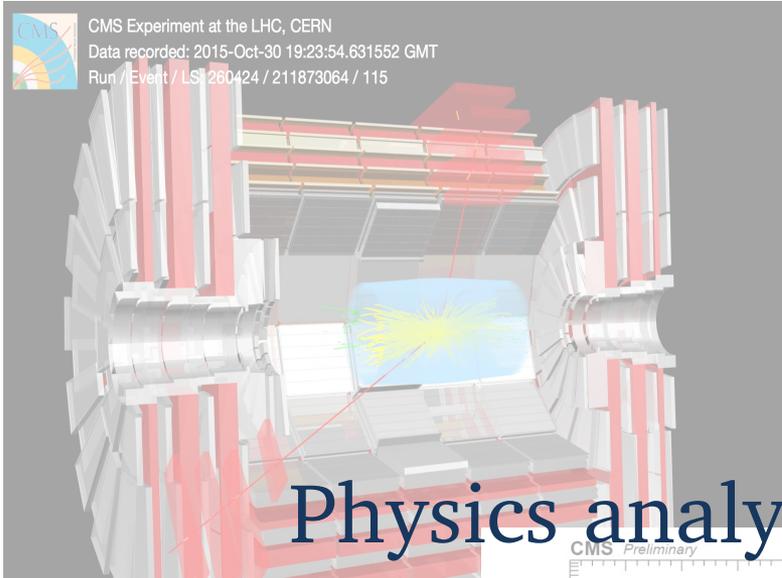
# SM@CMS: misure di legacy a 7-8 TeV



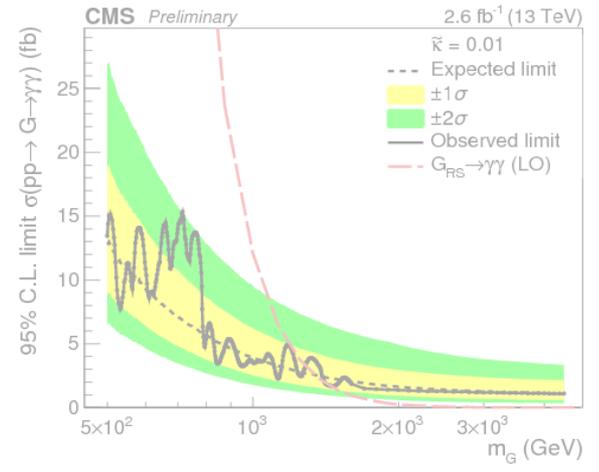
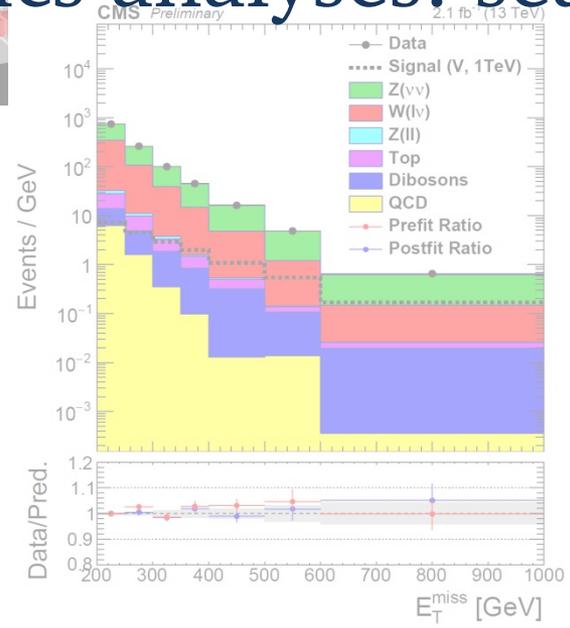
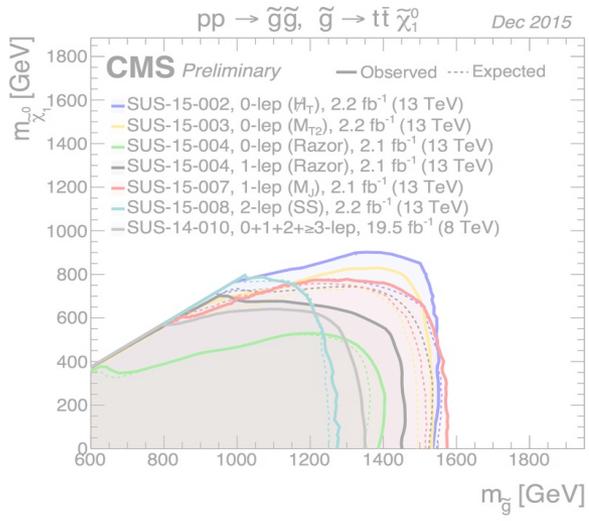
◦ **Articolo** su s-channel a 7+8 TeV **pubblicato a settembre** [F.Fabozzi, O.Iorio, M. Merola]

◦ Misura della massa del quark top in fase di pubblicazione, collaborazione con Genova



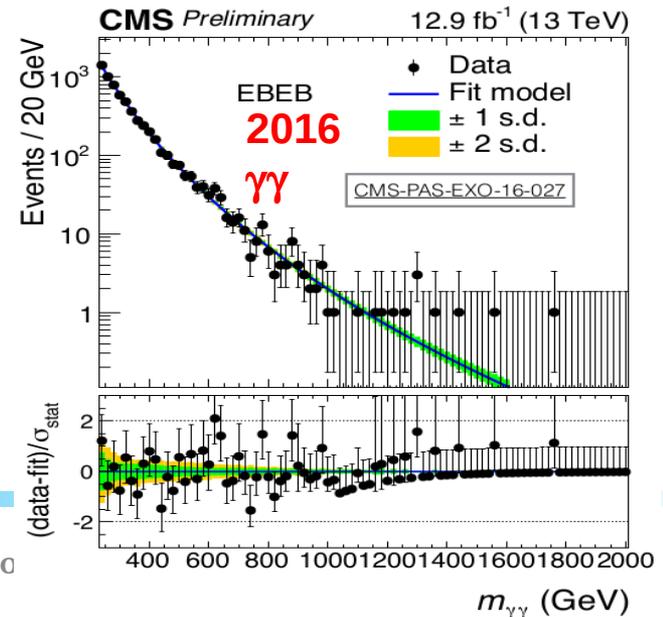
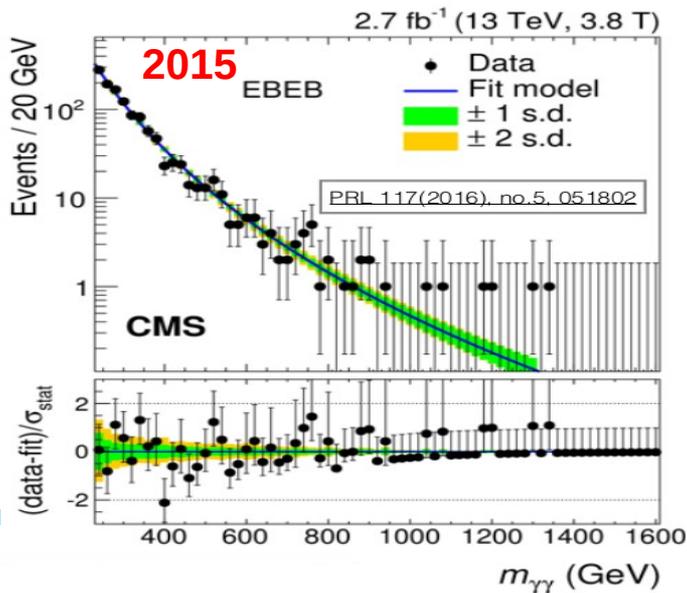
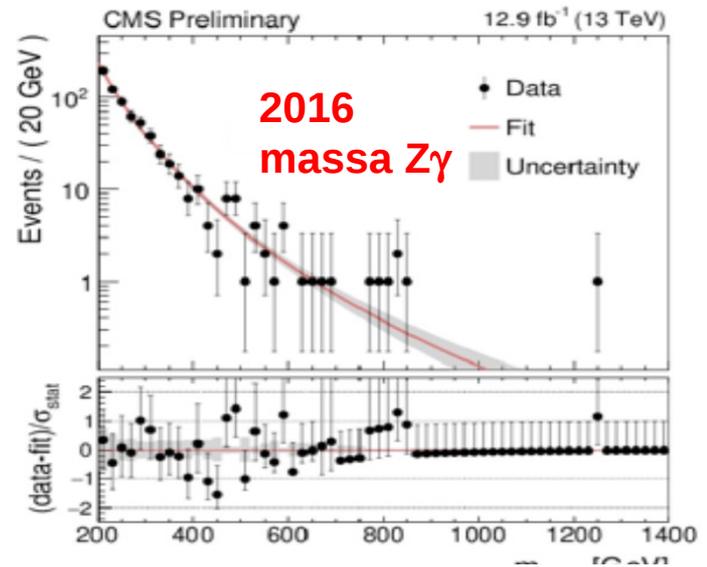


# Physics analyses: searches



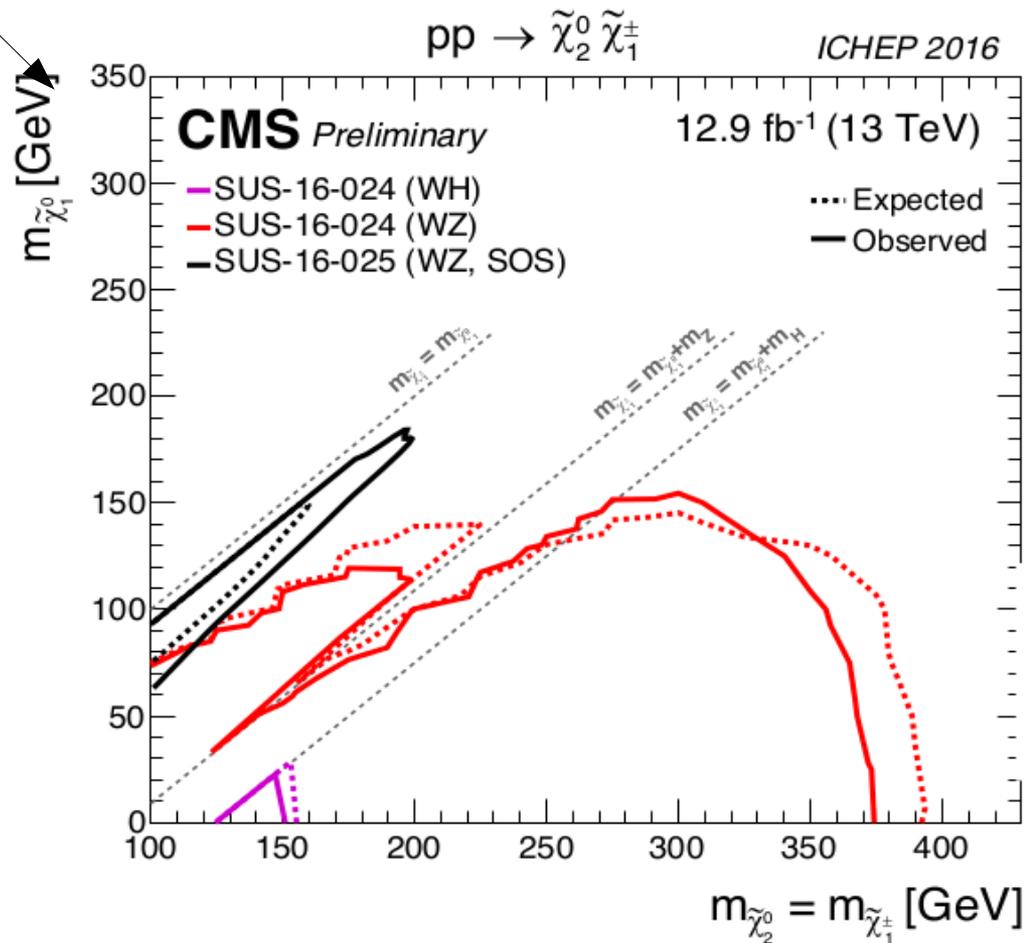
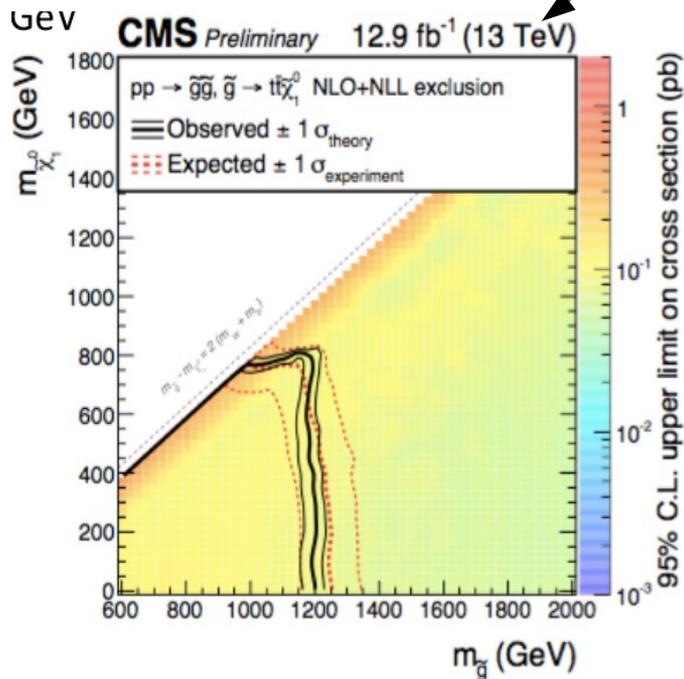
# Searches@CMS: (ex) eccesso in coppie di fotoni

- Coppie di fotoni a massa  $m_{\gamma\gamma} \sim 750$  GeV
- Fit al fondo standard model (simile a quanto fatto per  $H \rightarrow \gamma\gamma$ )
- Con i dati 2015 + Run-I: Significance  $\sim 2.9 \sigma$
- 2016: Significance  $\sim < 1.0 \sigma$  no excess in  $Z\gamma$  either



# Searches@CMS: Susy

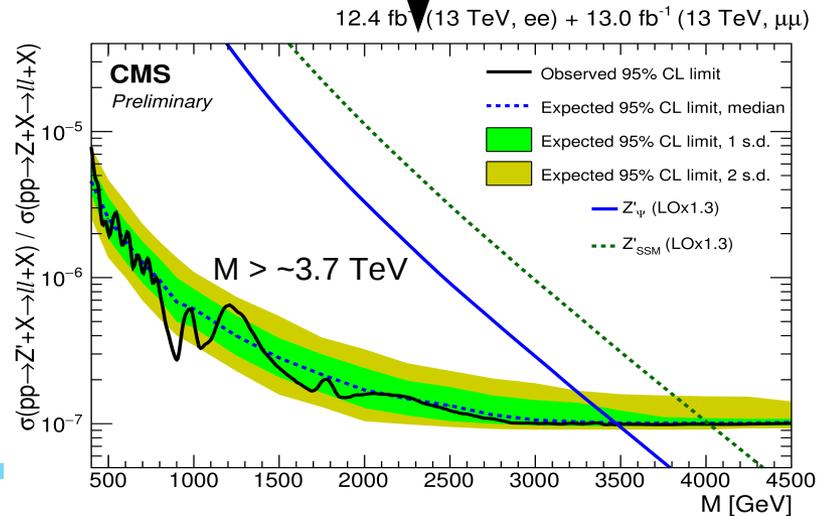
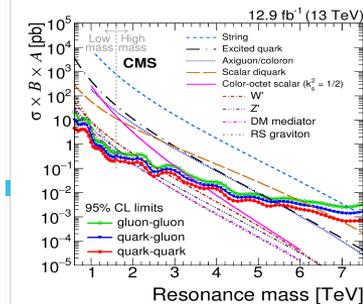
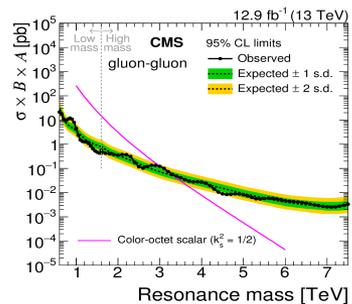
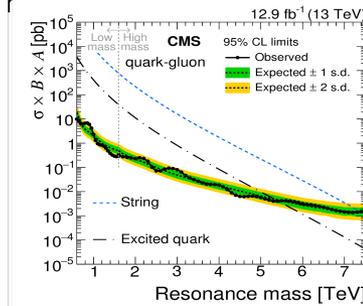
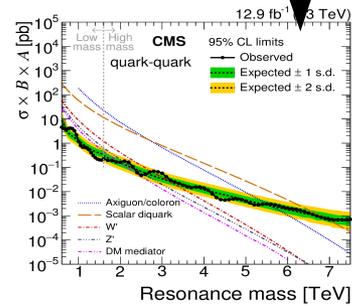
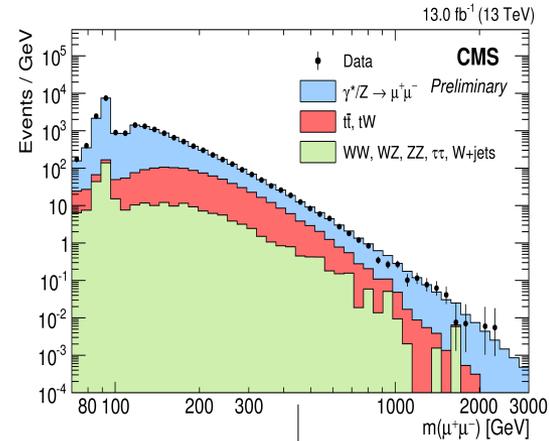
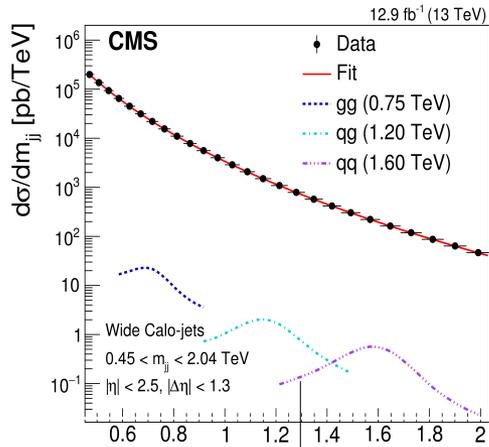
- Diversi stati finali con WZ o multileptoni
- Oppure con top e b quarks  
pp --> gg, g --> bbχ OR qqχ OR ttχ
- Nessun eccesso osservato!



# Searches@CMS: dijet e dileptoni

◦ Spettro di di-jet: limiti a modelli stringhe, gravitoni, dark matter.

◦ Spettro di di-leptoni: limiti a modelli con  $Z'$

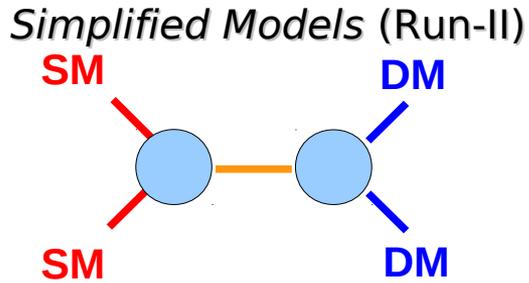
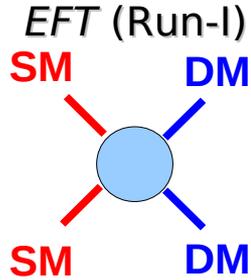


# Searches@CMS:

## Dark matter

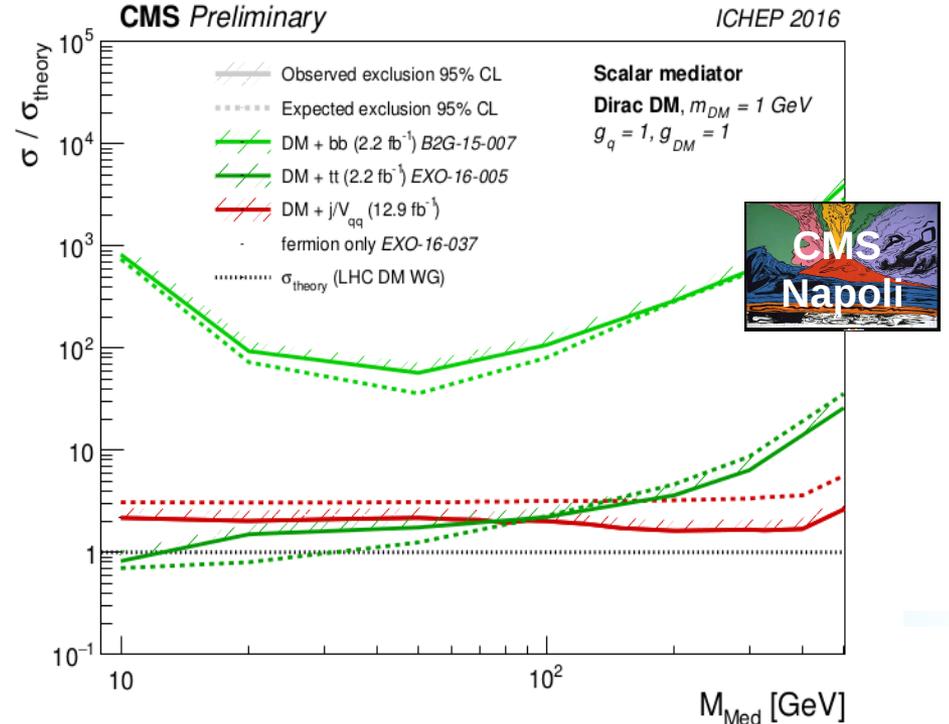
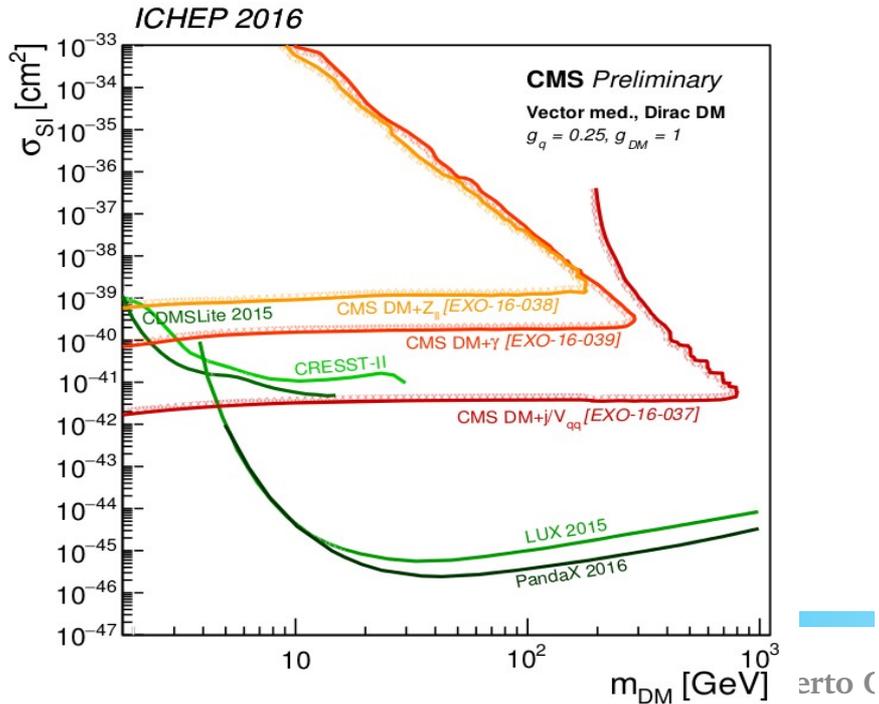
[L.Lista, O.Iorio]

◦ Produzione di particelle WIMP DM ( $\chi$ ) a partire da protone-protone: modelli con mediatore a massa finita nel RunII



◦ Analisi più sensibili:

- $\chi\chi + j$
- $\chi\chi + 1-2 \text{ top}$
- $\chi\chi + 1-2 \text{ b}$
- $\chi\chi + V$
- $\chi\chi + \text{higgs}$



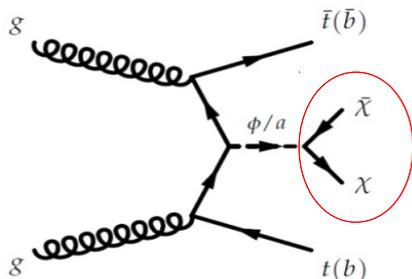
# Searches@CMS:



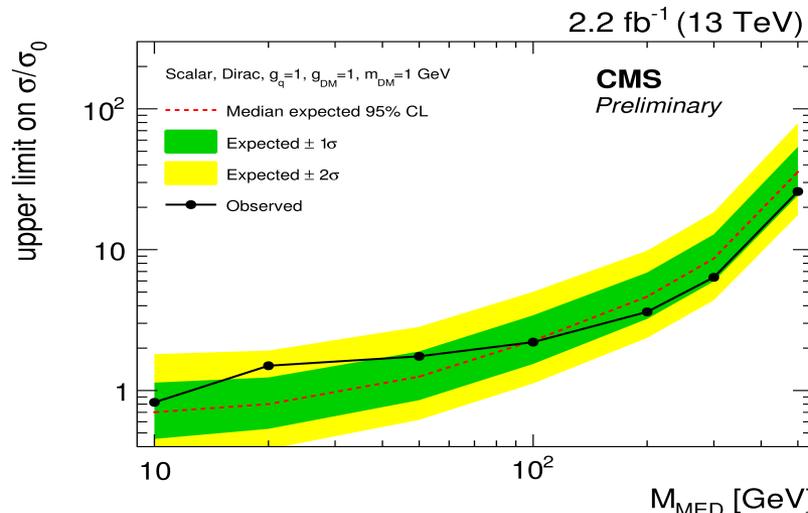
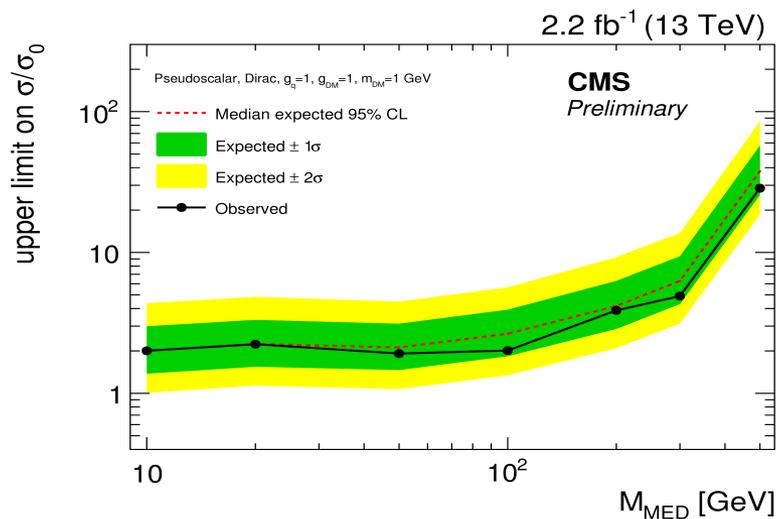
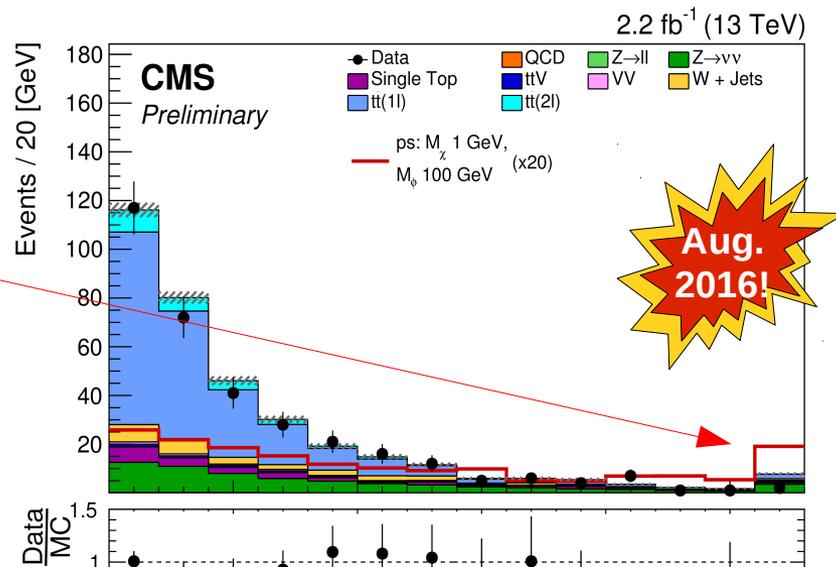
## Dark matter + tt a 13 TeV

[L.Lista, O.Iorio]

- Analisi con 2 top nello stato finale:
  - si sfruttano tutti i canali di decadimento
  - leptónico, adronico etc.



- Limiti a 13 TeV
  - basati su spettro di energia mancante
  - nuovi modelli con mediatori scalari e pseudoscalari



## ...conclusioni...

- Il Run-II è stato finora un **successo**, e non sono mancati momenti difficili e i **colpi di scena**.
- **LHC e detector** hanno funzionato in maniera eccellente, fornendo più dati che non nei precedenti 5 anni! E per l'anno prossimo ci sono prospettive di arrivare a **100 fb<sup>-1</sup>**
- L'anno prossimo sarà impegnativo sotto tutti gli aspetti: il **data taking**, l'**analisi** dell'enorme quantità di dati 2016, e per l'**R&D e commissioning** del detector per l'upgrade successivo!
- Il **tavolo da lavoro per la fisica al TeV** è pronto per essere sfruttato al meglio: sia per searches dirette che per entrare in “territorio inesplorato” per lo Standard Model!

Thanks!

---

Backup

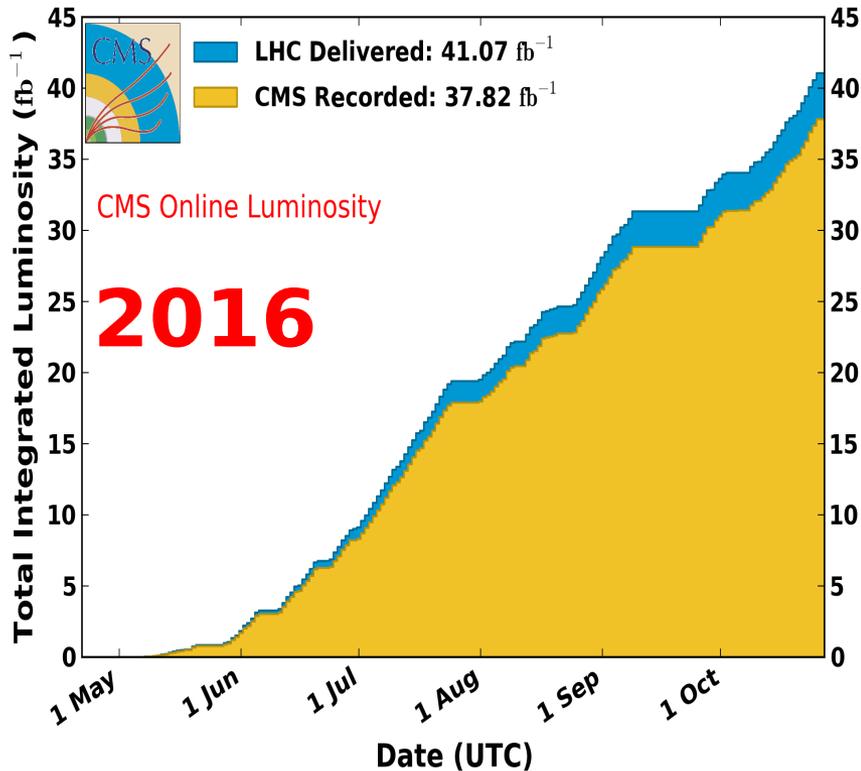
---

# ...solo 6 anni fa...

- 6 anni fa, anche con la prima presa dati **nel 2010** avevamo **42... pb<sup>-1</sup>!**

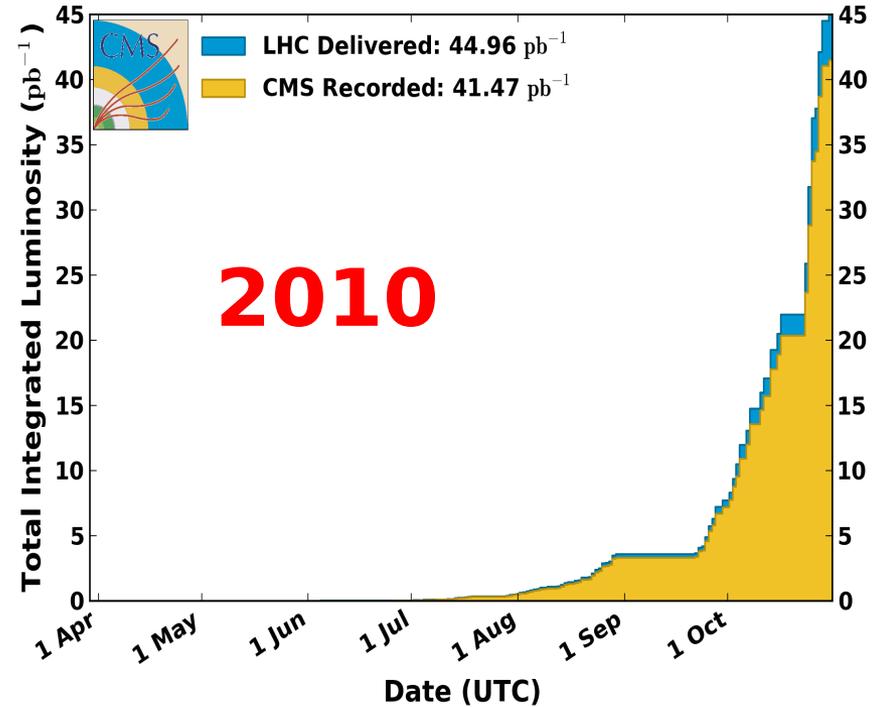
CMS Integrated Luminosity, pp, 2016,  $\sqrt{s} = 13$  TeV

Data included from 2016-04-22 22:48 to 2016-10-27 14:12 UTC



CMS Integrated Luminosity, pp, 2010,  $\sqrt{s} = 7$  TeV

Data included from 2010-03-30 11:22 to 2010-10-31 06:25 UTC



# RPC project



**RE4**

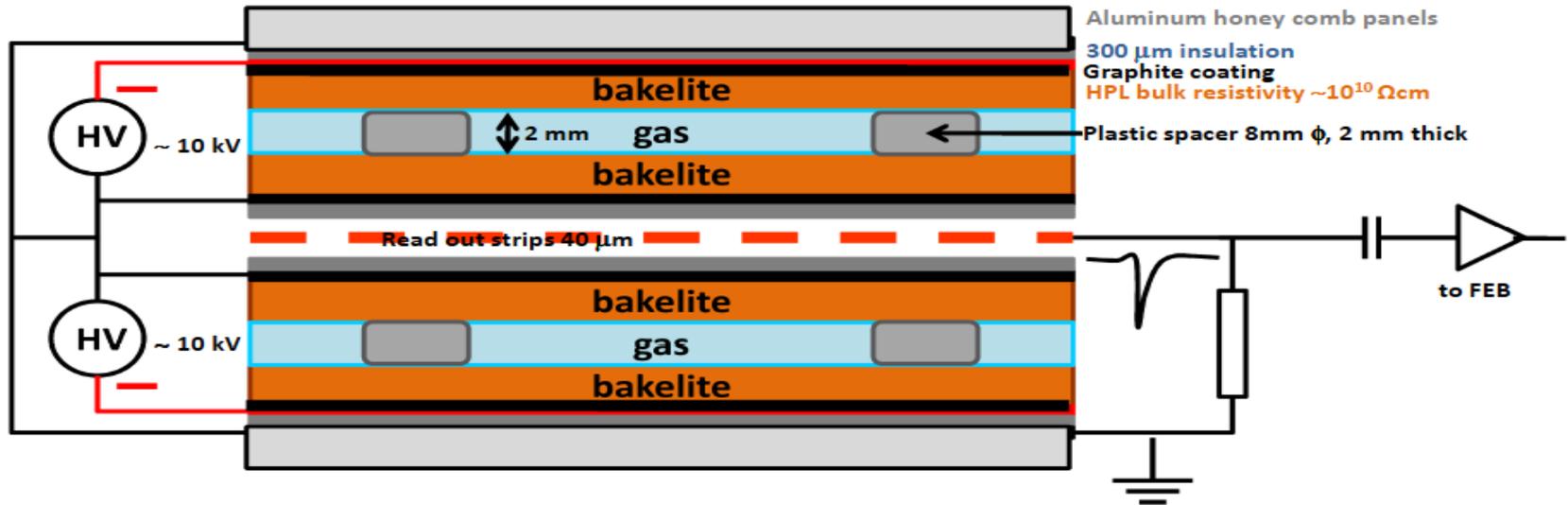
**R&D phase II**

|   |                |                 |          |       |
|---|----------------|-----------------|----------|-------|
| Italy   | Pakistan       | India           | Colombia | CERN  |
| Korea   | China          | Belgium         | Finland  | Egypt |
| Mexico  | Georgia        |                 |          |       |
| Italy, CERN, Korea, Belgium, Pakistan, Mexico | Georgia, Egypt | Colombia, India |          |       |

|              |           |
|--------------|-----------|
| CHINA        | 2         |
| KOREA        | 16        |
| INDIA        | 4         |
| BELGIUM      | 10        |
| COLOMBIA     | 2         |
| N. Puebla    | 3         |
| PAKISTAN     | 6         |
| EGYPT        | 3         |
| CERN         | 4         |
| ITALY        | 28        |
| BULGARIA     | 12        |
| Georgia      | 2         |
| <b>TOTAL</b> | <b>90</b> |



# Il sistema RPC a CMS:



## CMS muon upgrade

- Completion of **the 4th station in 2013-14:**  
144 chambers

## RPC present system

- Covers  $0 < |\eta| < 2.1$
- 1056 chambers
- 110,000 **electronic channels** and 3500 m<sup>2</sup> of **active area**
- **Double gaps gas chamber:** 2 mm gas width
- **Bakelite** bulk resistivity:  $\rho = 2 - 5 \times 10^{10} \Omega\text{cm}$
- **Strip width:** 1 - 4 cm.
- **Gas mixture:** C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub> + isoC<sub>4</sub>H<sub>10</sub> + SF<sub>6</sub> (40% of H)
 

|       |      |      |
|-------|------|------|
| 95.2% | 4.5% | 0.3% |
|-------|------|------|
- Operated in **avalanche mode**

# Radiazione nelle diverse regioni

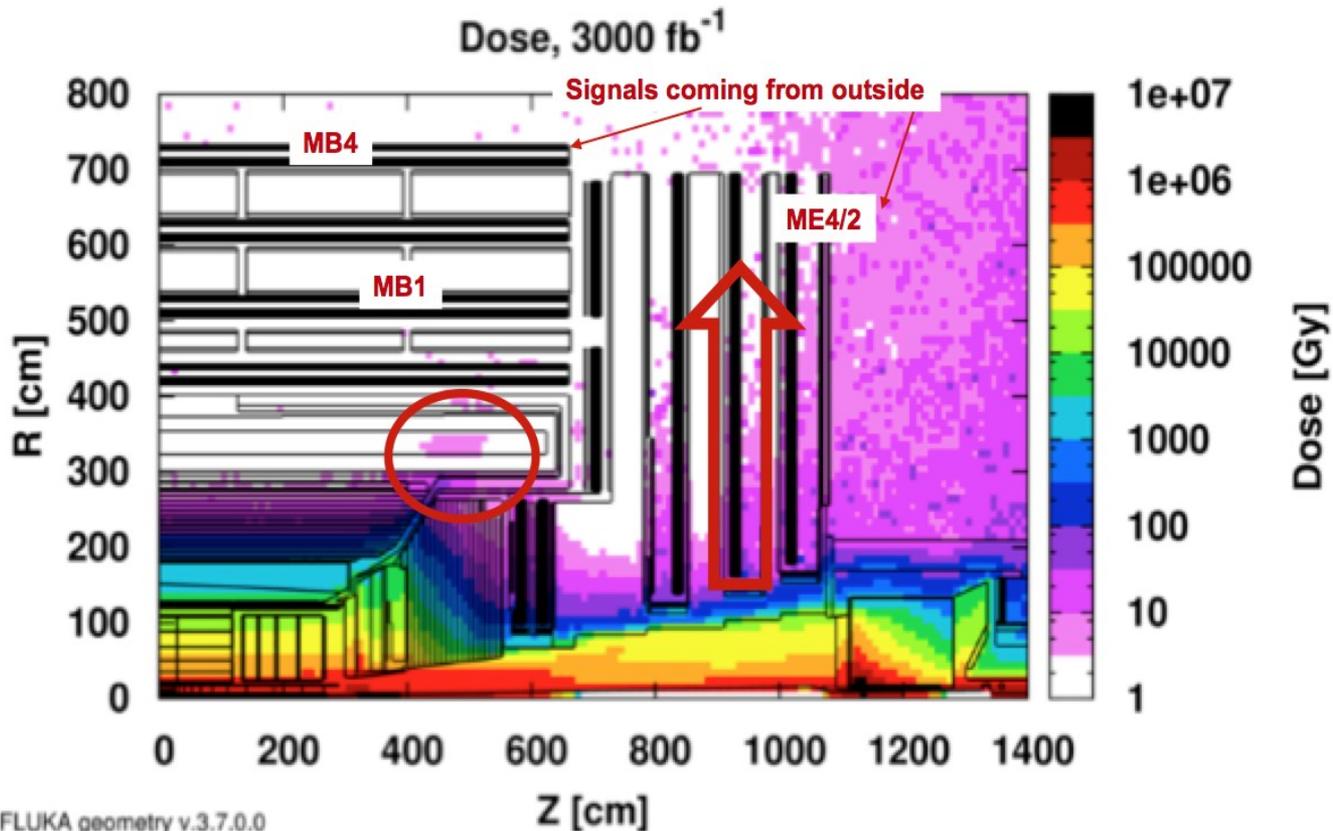
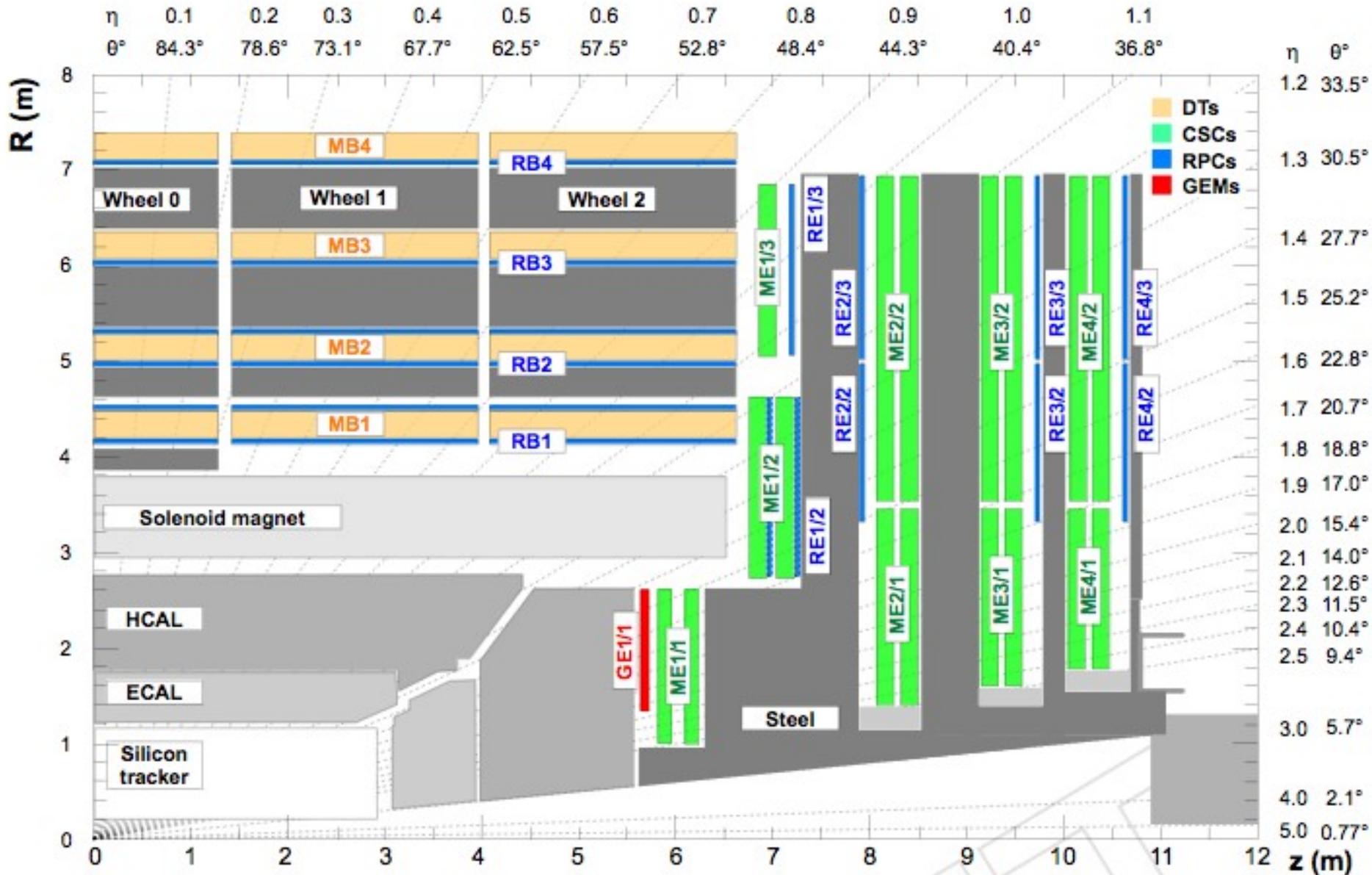
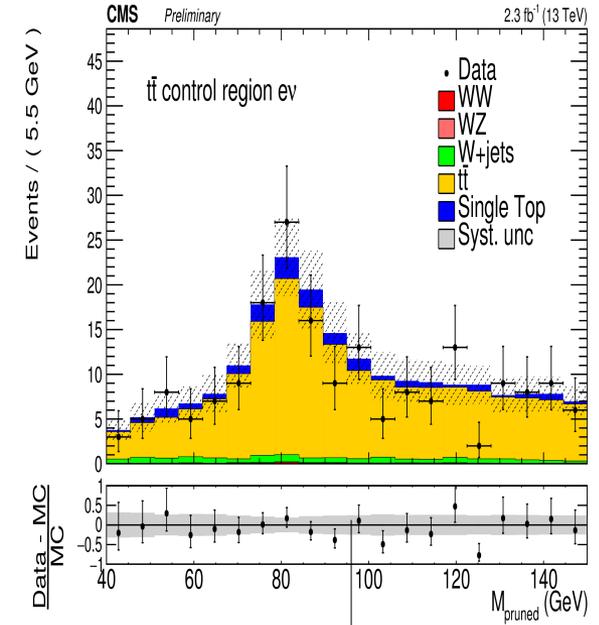
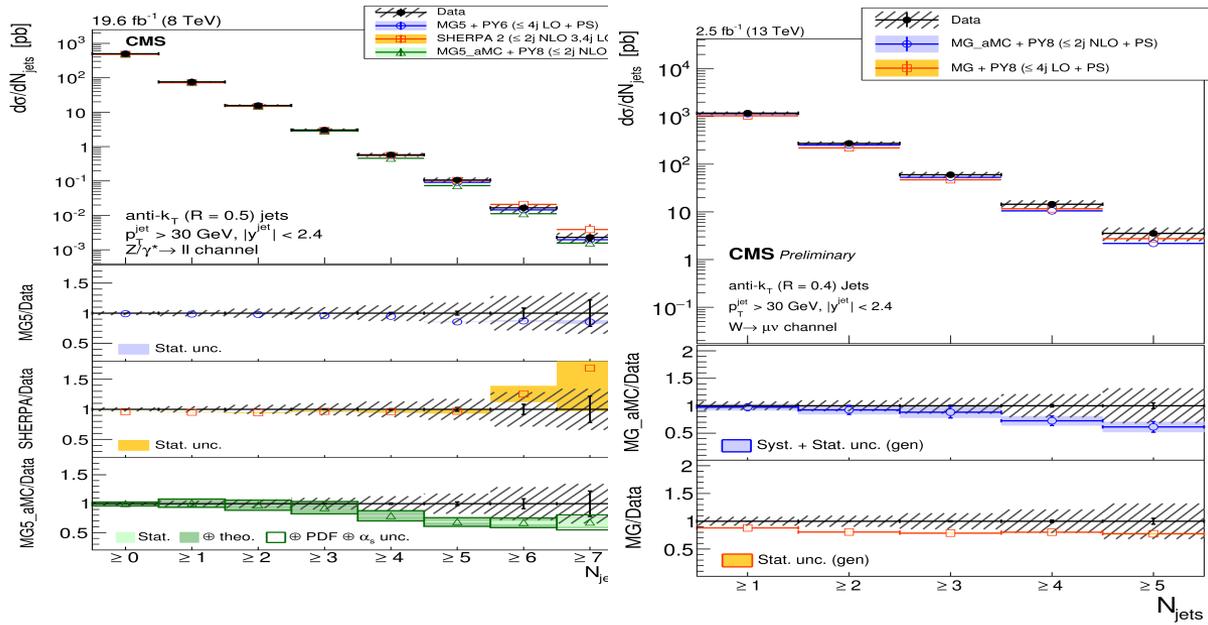


Figure 1.15: Absorbed dose in the CMS cavern after an integrated luminosity of 3000 fb<sup>-1</sup>. R is the transverse distance from the beamline and Z is the distance along the beamline from the Interaction Point at Z=0.

# Phase II : Detector GEM



# SM@CMS: Bosoni W e Z, dibosoni: going differential!



- **Misure inclusive W,Z** già fatte con dataset a bassa statistica --> misure differenziali  
Sensibili a mismodeling/ nuova fisica

- Processi di “dibosoni” (**WW,WZ,ZZ**): molta più statistica nel Run-II, permette già searches di accoppiamenti anomali / fisica BSM

