

**Studio di una particella H-like  
ad alta massa  
nel canale di produzione VBF  
e di decadimento  $2l2q$**

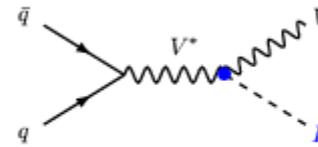
*CMS Firenze*

**Riunione Gruppo 1  
4 Marzo 2014**

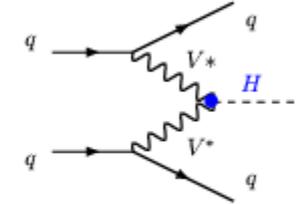
# Motivazioni: Produzione

- Ricerca di risonanze di alta massa (fino a  $\sim 1$  TeV) che decadono in ZZ
  - Con una Z che decade in leptoni carichi, una in jet
- SM H usato come benchmark
- Importante contributo dal canale di produzione VBF
  - Rapporto VBF/gg cresce con la massa
    - A causa delle luminosità partoniche

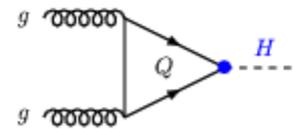
Higgs-strahlung



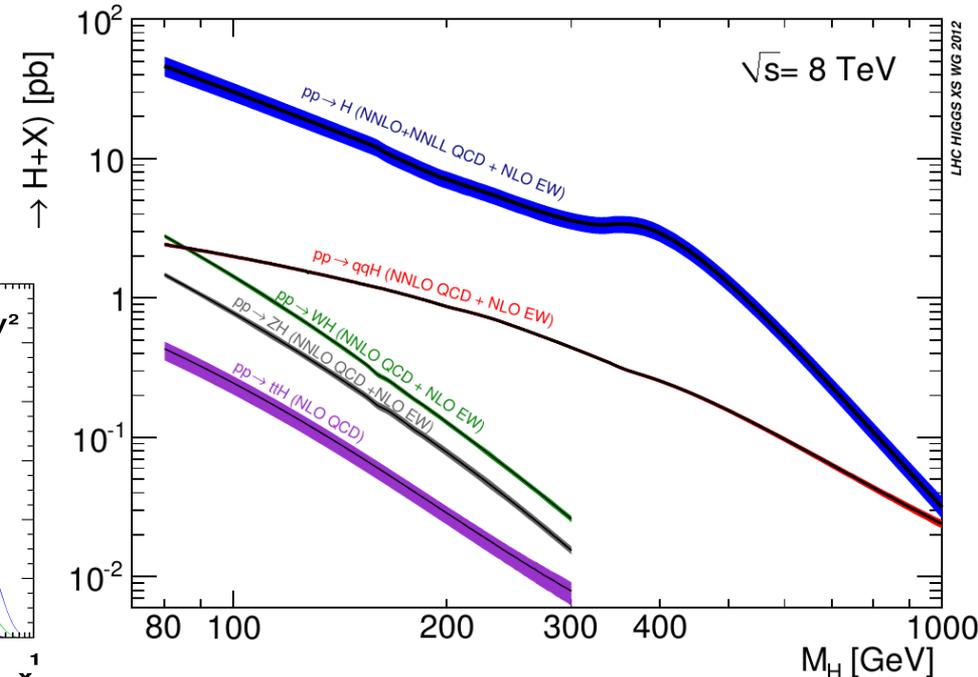
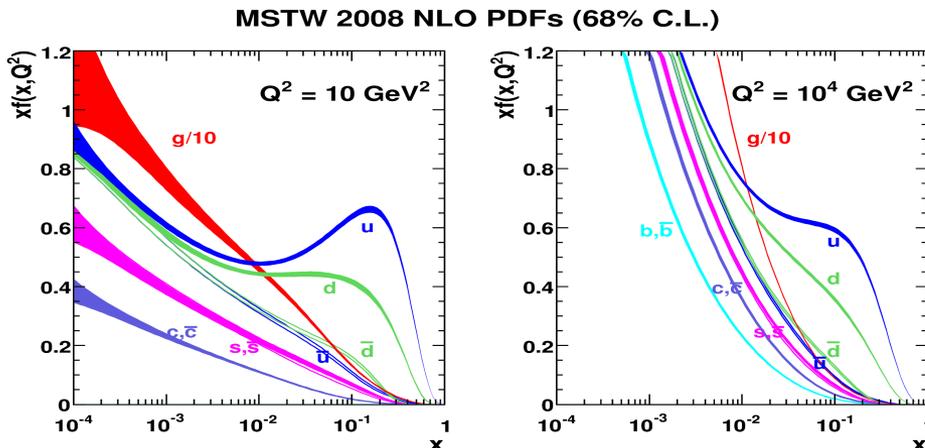
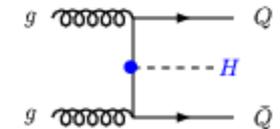
Vector boson fusion



gluon-gluon fusion

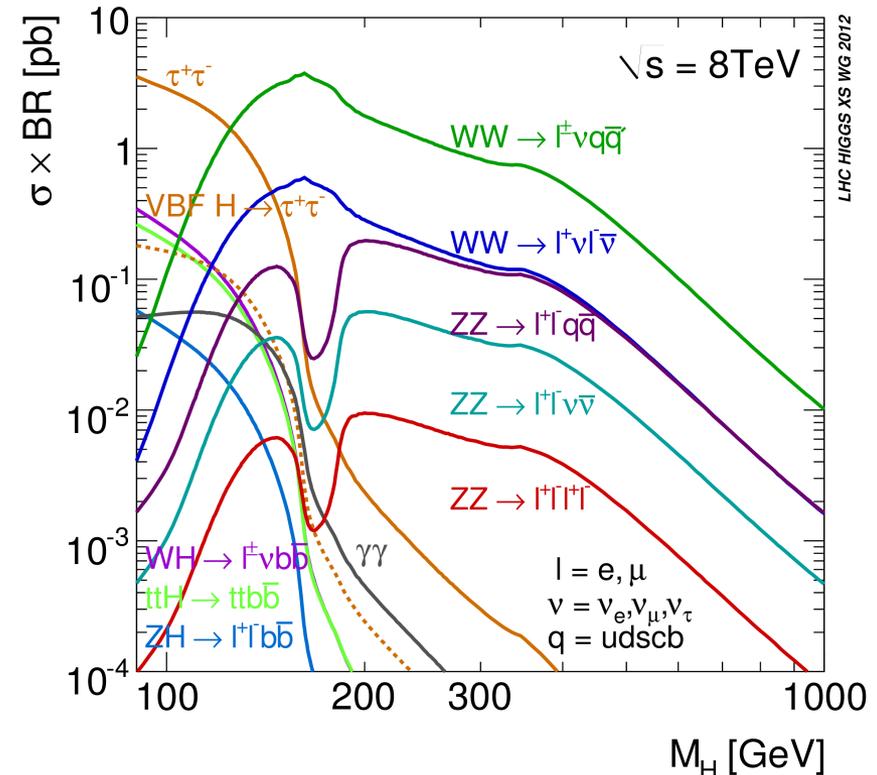
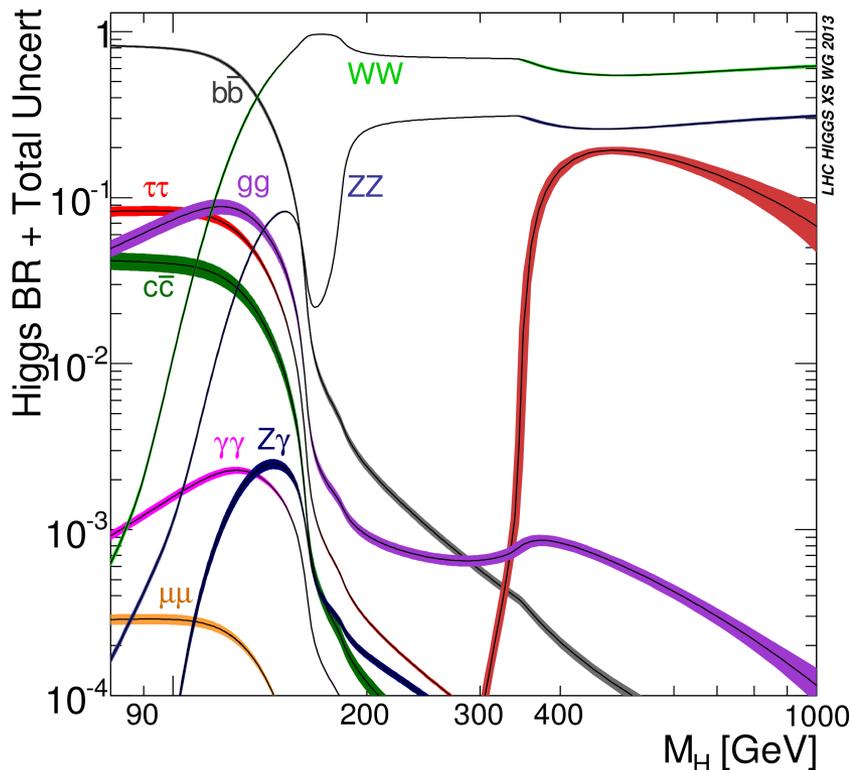


in associated with  $Q\bar{Q}$



# Motivazioni: Decadimento

- Branching ratio in ZZ alto e stabile in funzione della massa
- Il canale di decadimento in due leptoni e due quark e' abbastanza pulito sperimentalmente (no MET)
- Una difficolta' significativa sta nel fatto che ad alta massa le due Z sono molto boostate
  - La Z che decade adronicamente puo' essere ricostruita come un unico jet
  - Sono necessari algoritmi di jet substructure



# Possibili modelli

- EWK singlet:
  - mixing tra il campo di Higgs e un altro campo scalare
  - Gli accoppiamenti del nuovo campo sono proporzionali a quelli di H SM
  - Sezione d'urto uguale SM moltiplicata per  $\sin^2(\omega)$  o  $\cos^2(\omega)$
  - Larghezza SM moltiplicata per  $\sin^2(\omega)$  o  $\cos^2(\omega)$

$$\begin{pmatrix} \phi_{SM} \\ \phi_H \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \omega & \sin \omega \\ -\sin \omega & \cos \omega \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h \\ H \end{pmatrix}$$

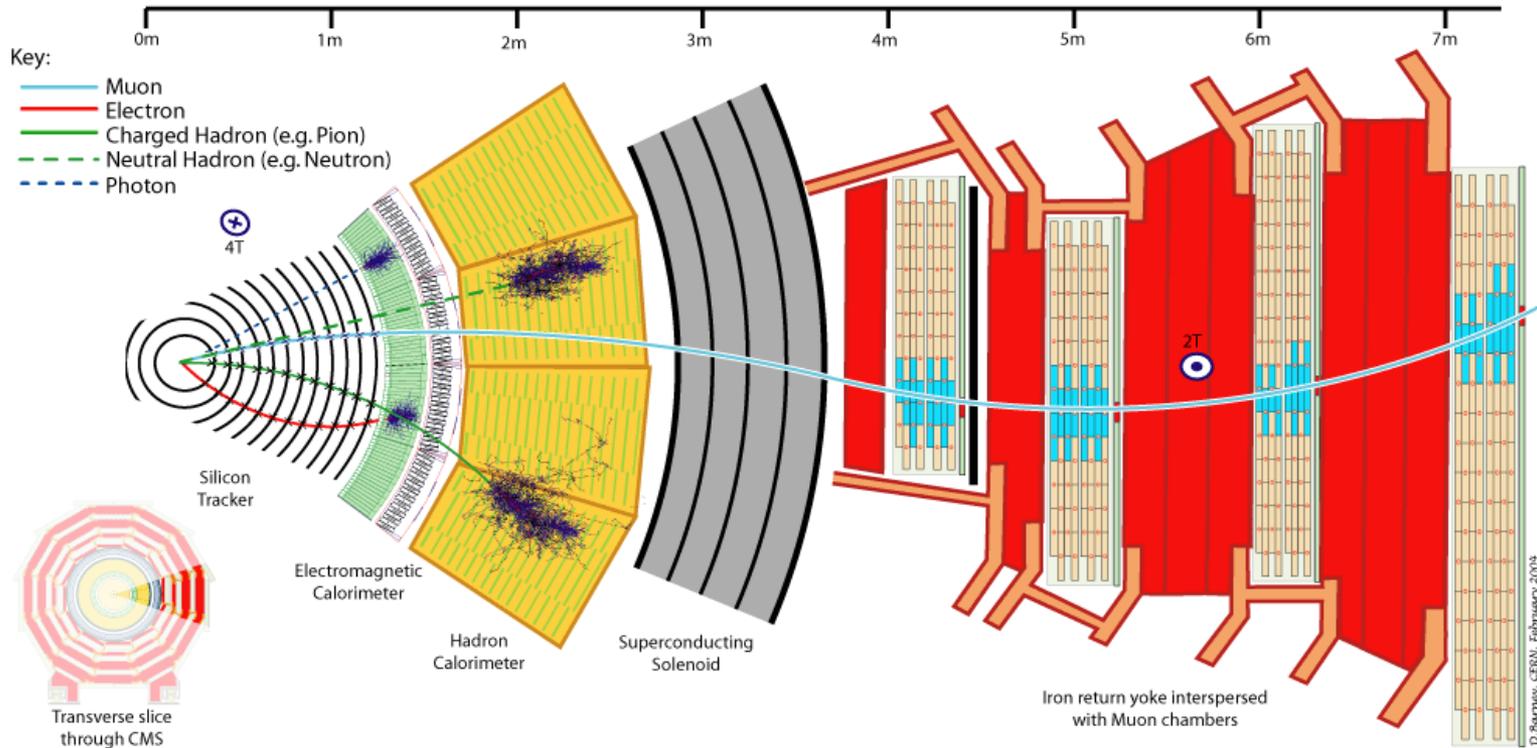
# Possibili modelli

- 2 Higgs Doublet Model:
  - 2 doppietti di Higgs, che si accoppiano ai fermioni
  - Con simmetrie particolari per evitare FCNC

$$\Phi_i = \begin{pmatrix} \varphi_i^+ \\ h_i + i\eta_i \end{pmatrix}$$

$G^+ = \cos \beta \varphi_1^+ + \sin \beta \varphi_2^+$	(charged Goldstone),
$H^+ = -\sin \beta \varphi_1^+ + \cos \beta \varphi_2^+$	(charged Higgs),
$G^0 = \cos \beta \eta_1 + \sin \beta \eta_2$	(neutral Goldstone),
$A^0 = -\sin \beta \eta_1 + \cos \beta \eta_2$	(CP-odd Higgs),
$h^0 = \cos \alpha h_1 + \sin \alpha h_2$	(lightest CP-even Higgs),
$H^0 = -\sin \alpha h_1 + \cos \alpha h_2$	(heaviest CP-even Higgs).

# CMS in una slide

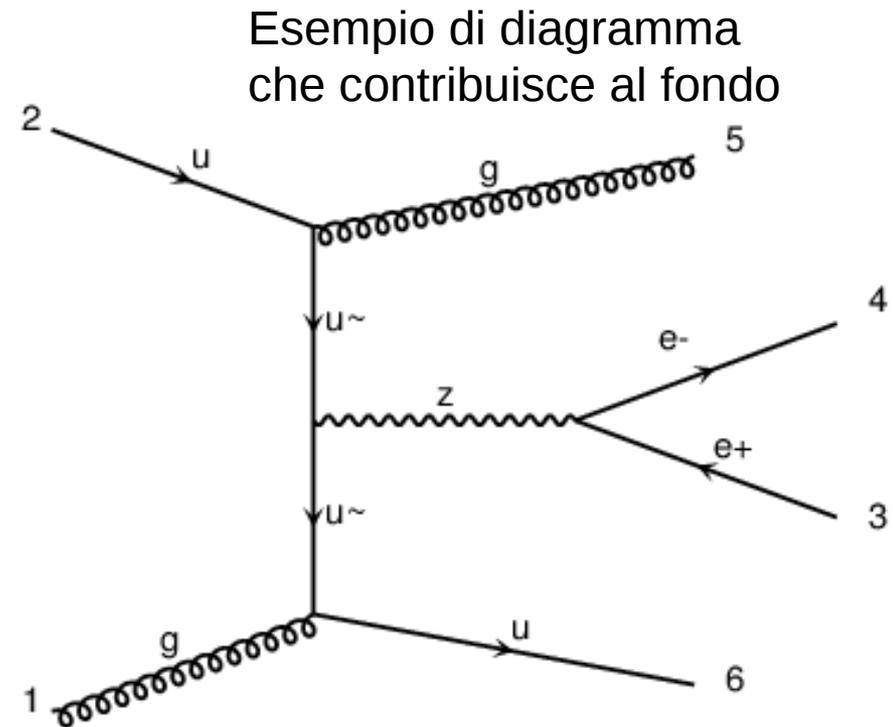
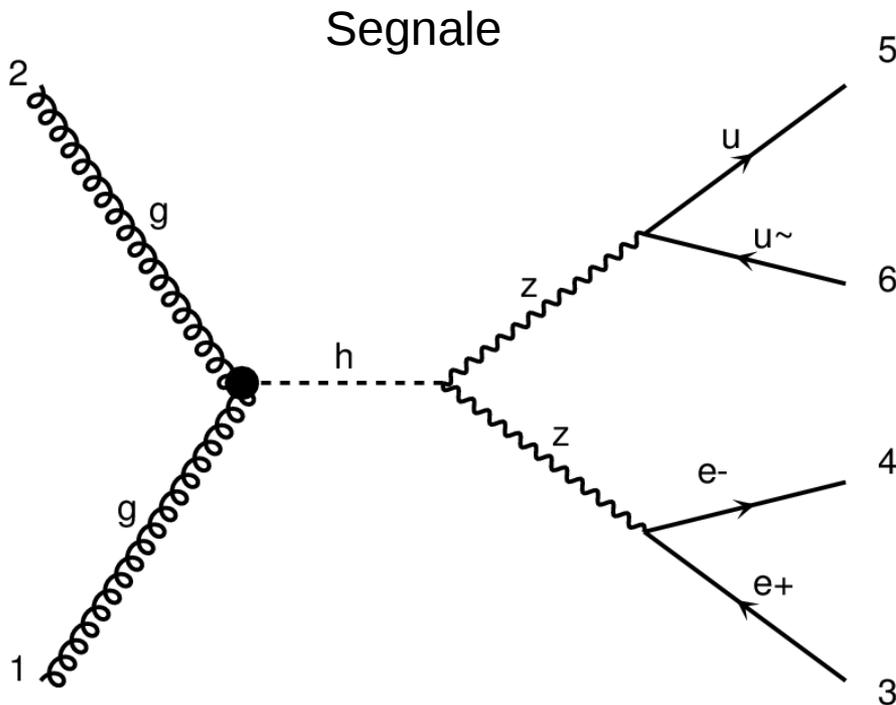


- Ricostruzione “particle flow”

- Associamo tracce e depositi calorimetrici per ricostruire singoli candidati particella
- Le singole particelle sono ricostruite ~ alla scala di energia giusta
- Ricostruiamo muoni, elettroni, fotoni, adroni carichi, adroni neutri
- Questi candidati particella vengono usati per fare jet, MET

# $H \rightarrow ZZ \rightarrow 2l2q$

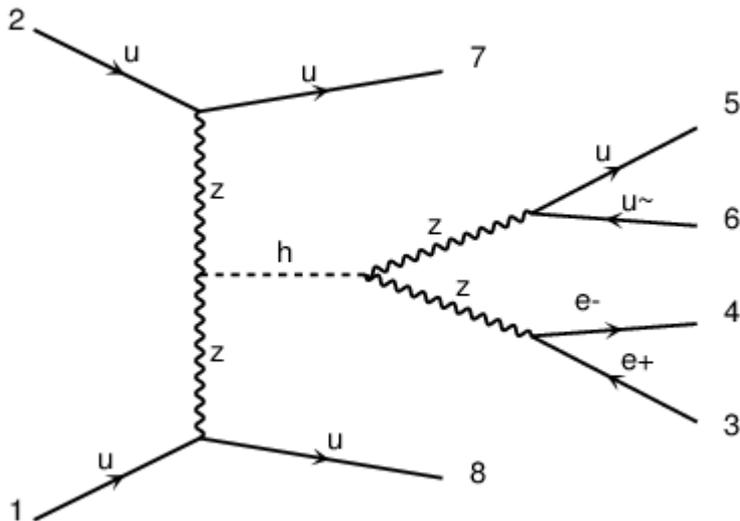
- La strategia di analisi prevede:
  - Studiare stati finali con 2 jet e due leptoni, inclusivamente
    - Sensibile principalmente al meccanismo di produzione gluon fusion
    - Fondo principale Z+2 jet



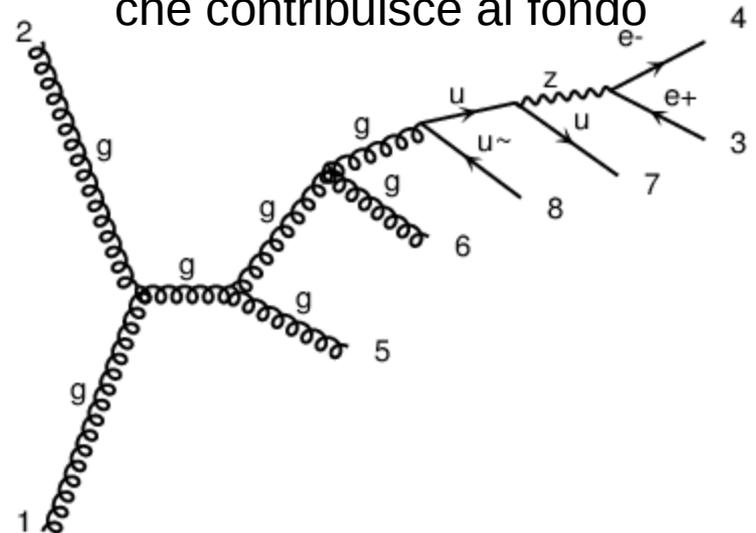
# H $\rightarrow$ ZZ $\rightarrow$ 2l2q

- La strategia di analisi prevede:
  - Studiare stati finali con 2 jet, 2 leptoni e 2 jet aggiuntivi
    - Sensibile al meccanismo di produzione VBF
    - Fondo principale Z+4 jet ( $\sim$  fattore 100 meno rispetto a Z+2 jet)
  - A Firenze ci occupiamo di questa parte dell'analisi
    - L'analisi e' in corso, ed e' ancora blinded, ovvero guardiamo i dati solo in regioni di controllo

Segnale

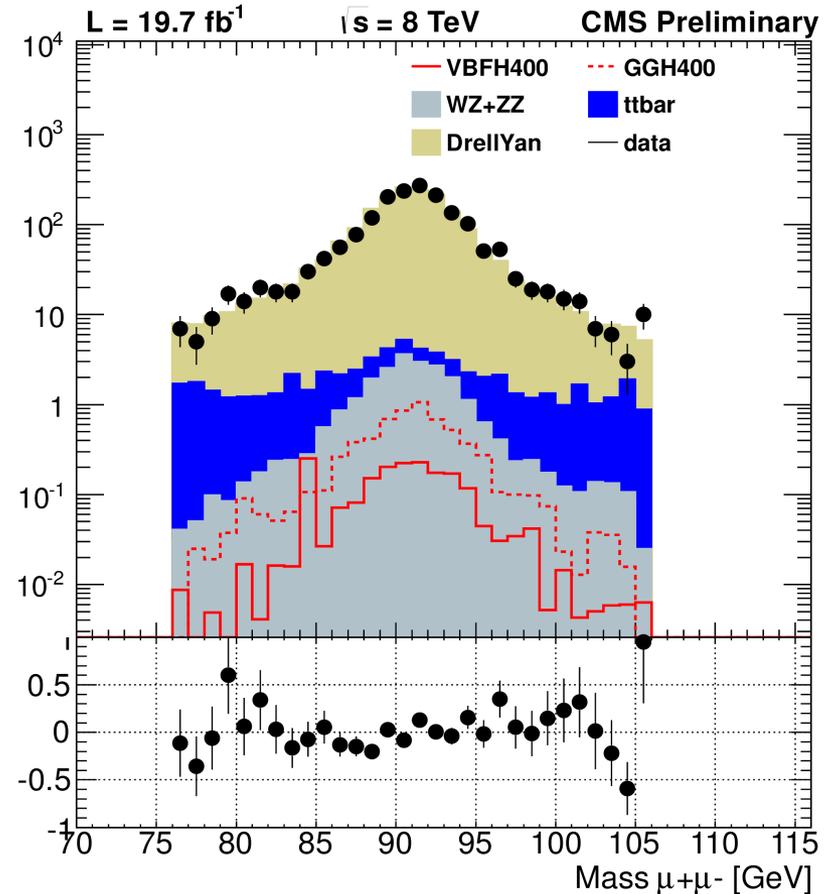
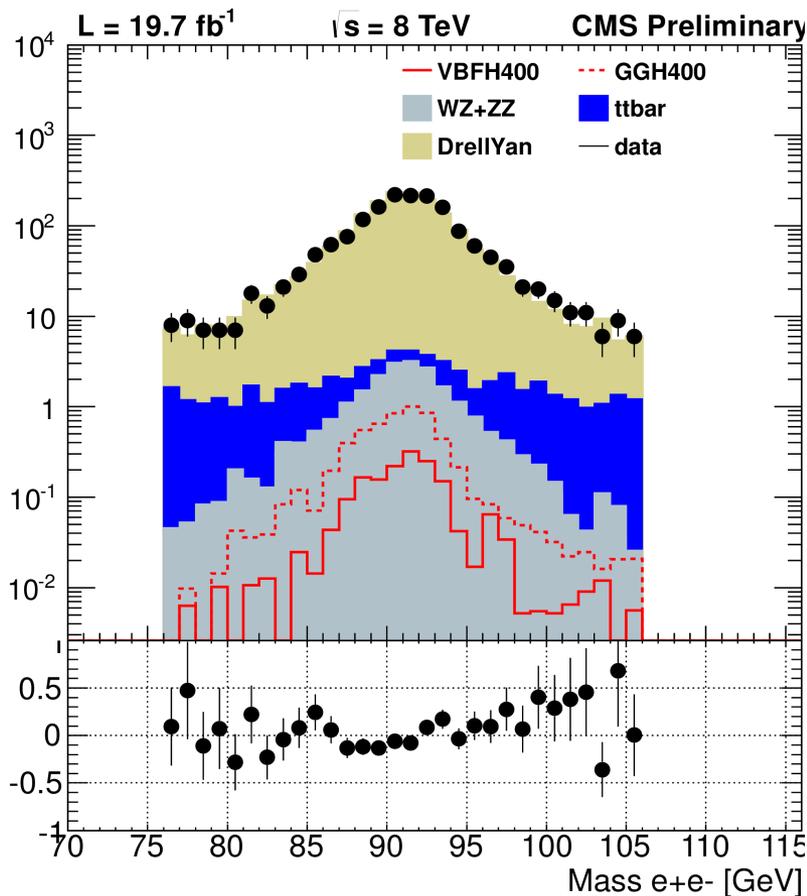


Esempio di diagramma che contribuisce al fondo



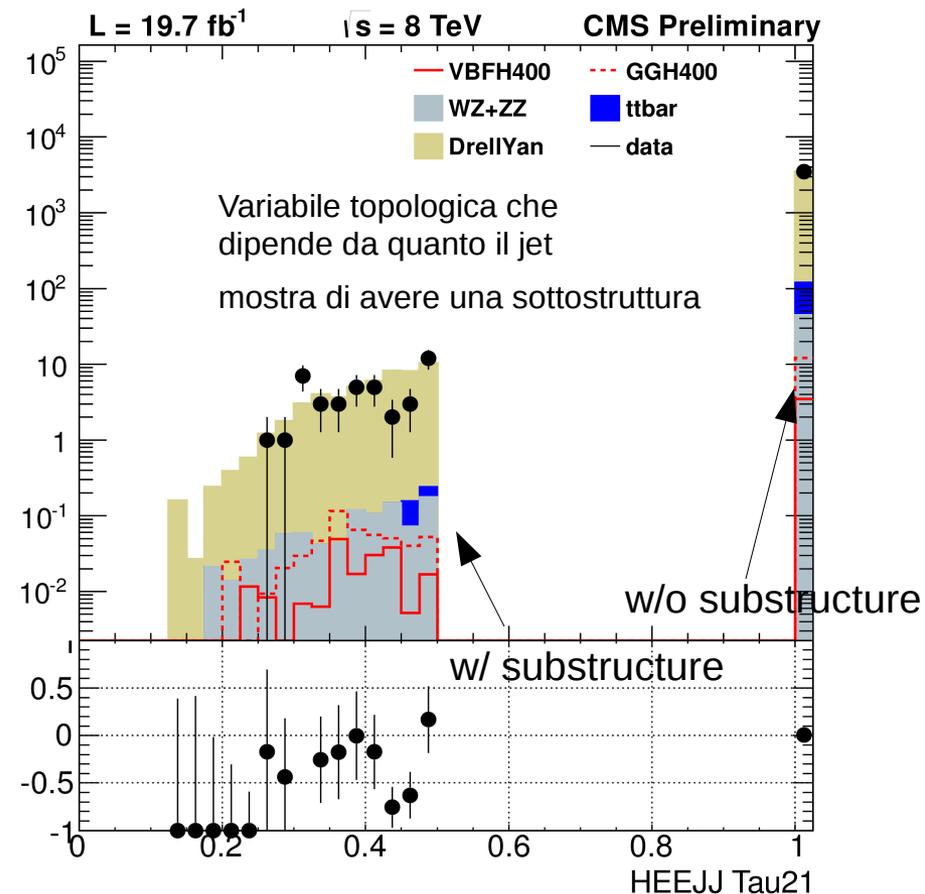
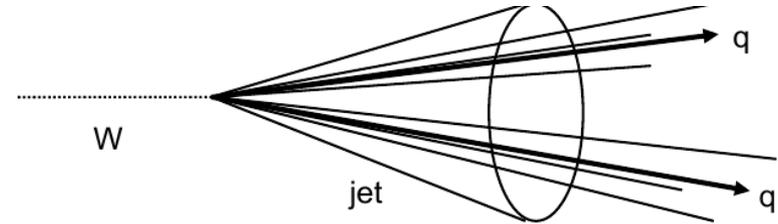
# Ricostruzione $Z \rightarrow l+l^-$

- Ricostruiamo la Z leptonica in coppie di elettroni o muoni
  - Con tagli di isolamento corretti per gli effetti del Pile Up



# Ricostruzione $Z \rightarrow jj$

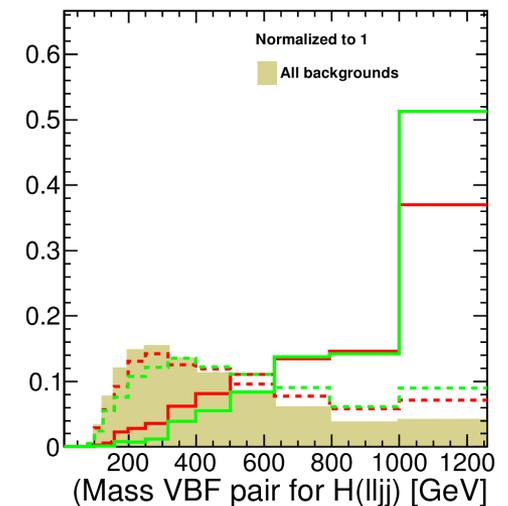
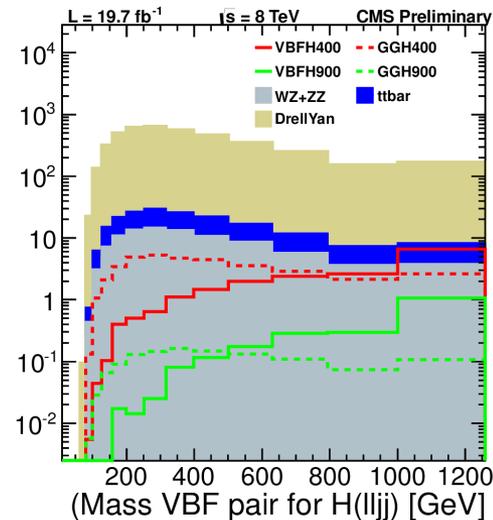
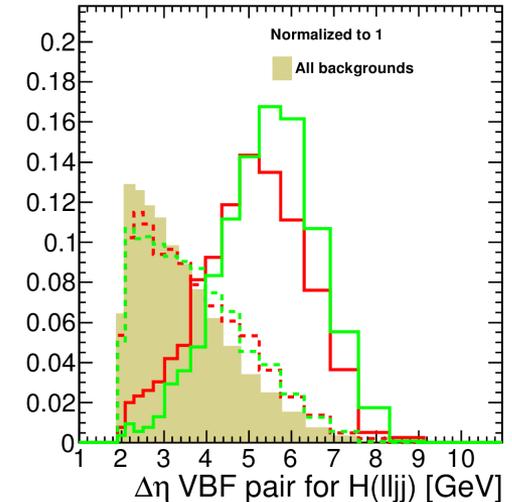
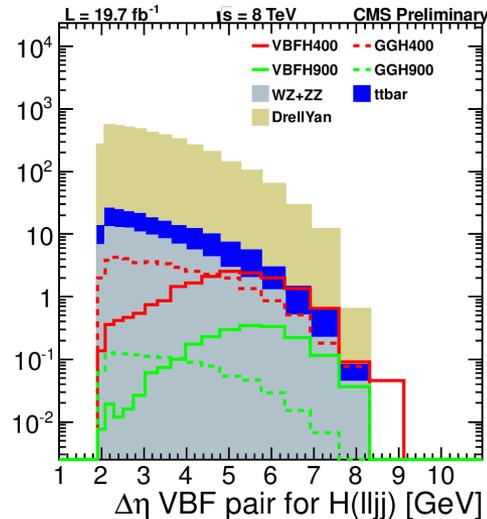
- Ricostruiamo i candidati  $Z \rightarrow jj$  da coppie di jet
  - Con un caveat!
    - Per masse della H molto alte le due Z sono molto boostate  $\rightarrow$  la Z adronica viene ricostruita come un solo jet!
    - Si devono applicare tecniche per accedere alla sottostruttura del jet
- Usiamo tecniche per mitigare gli effetti del PU
  - Sottraiamo un piedistallo all'energia dei jet, determinato evento per evento
  - Nel caso di jet con sottostruttura eliminiamo anche tutti i carichi che non puntano al primary vertex



# Caratterizzazione VBF

- Vogliamo sfruttare le caratteristiche topologiche del segnale VBF per abbattere il fondo

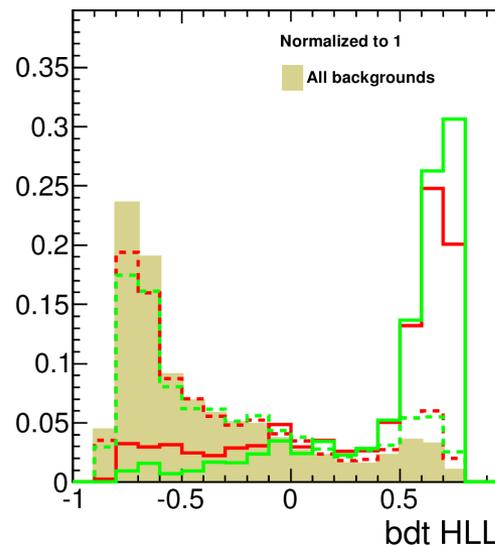
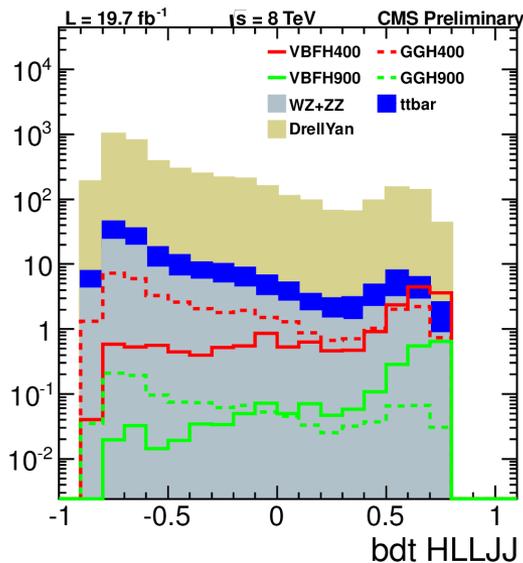
- I jet VBF tendono ad essere separati in rapidità e ad avere alta massa invariante



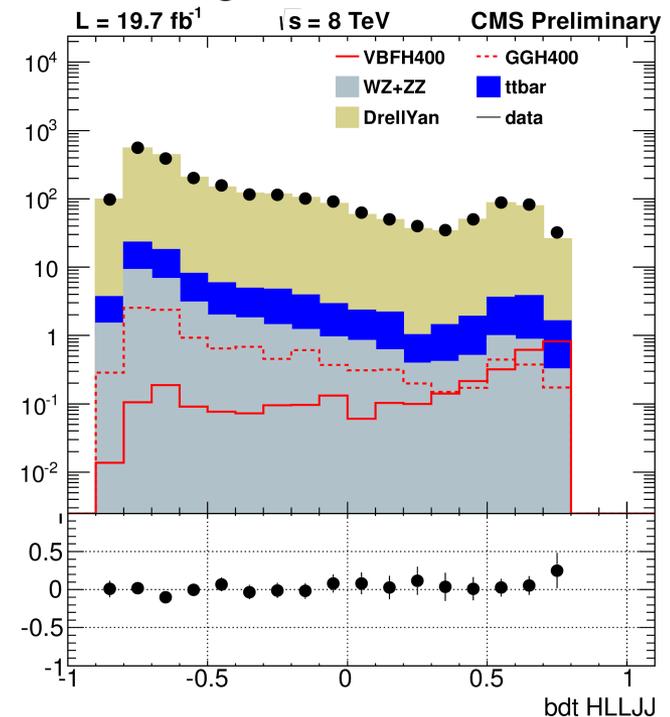
# Caratterizzazione VBF

- Abbiamo usato varie variabili discriminanti per costruire un discriminante multivariato
  - Per ogni evento tagliamo sul valore di questo discriminante

MC only

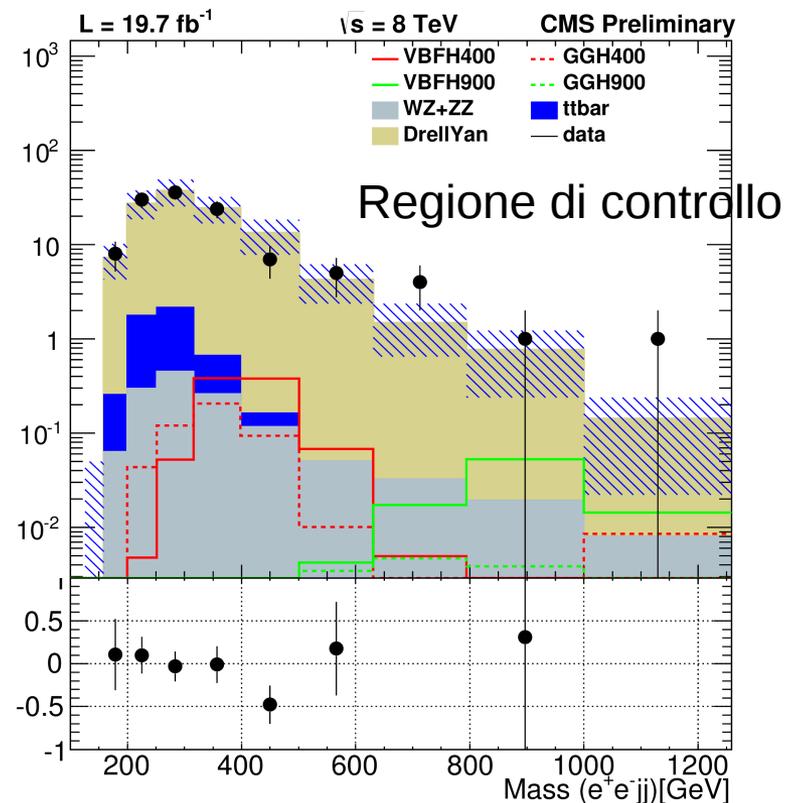
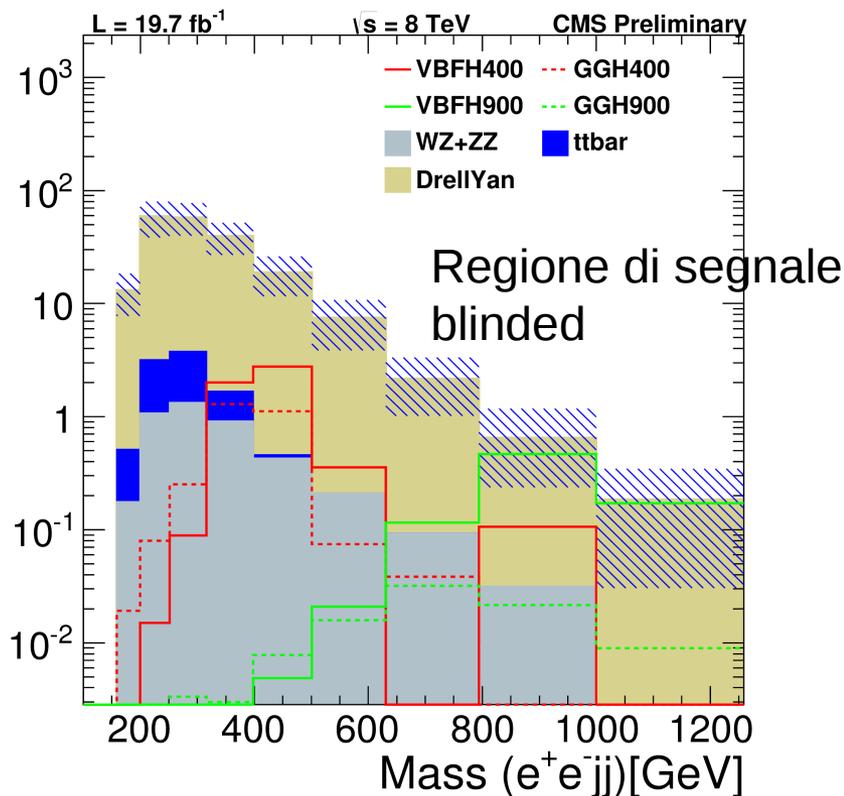


Confronto dati nelle regioni di controllo



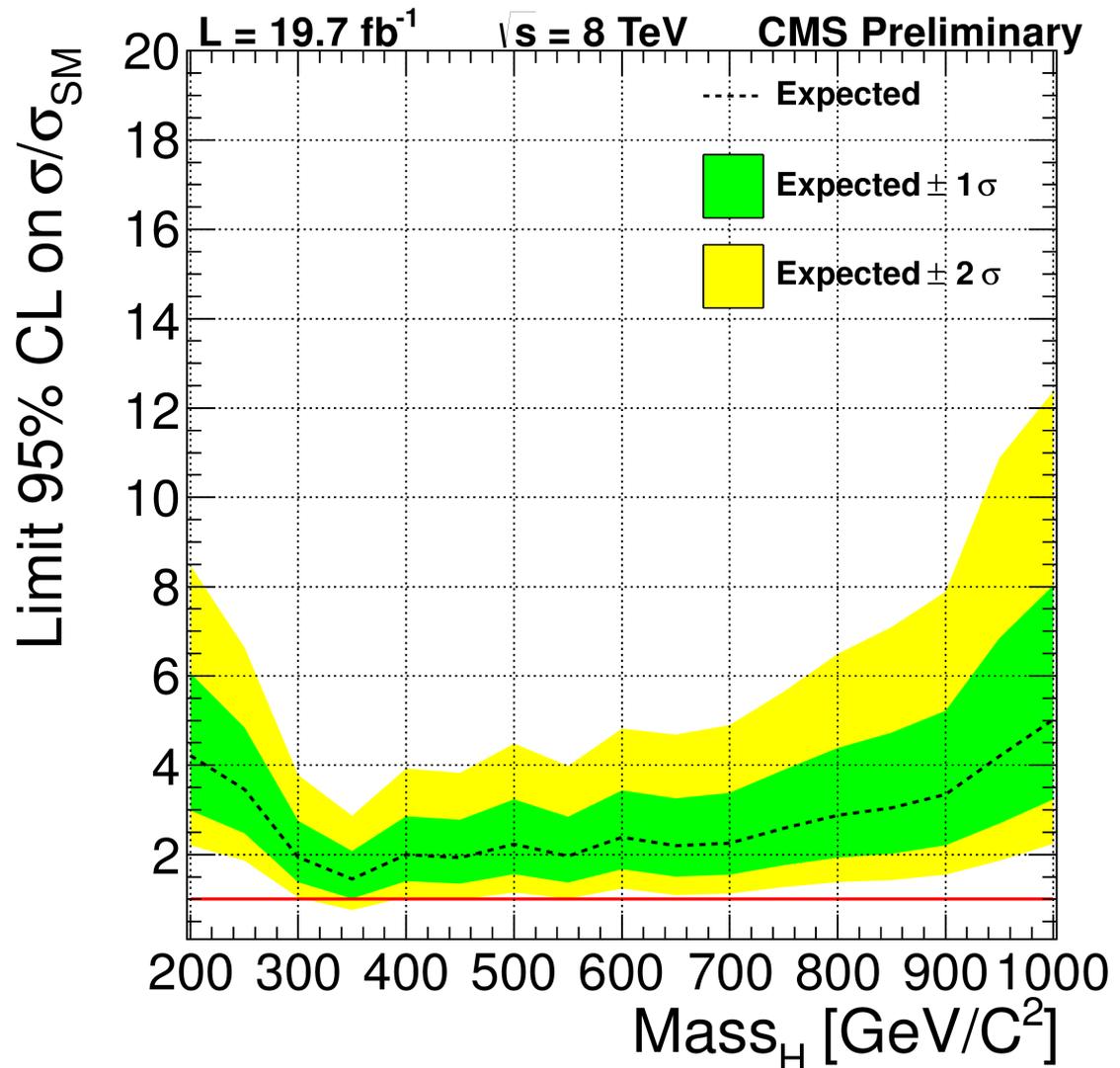
# Spettro di massa $2l2q$

- Lo spettro di massa  $2l2q$  e' la variabile che utilizziamo alla fine di tutti i tagli per discriminare segnale e fondo
- L'idea e': usare il template dello spettro di massa per segnale e fondo per fittare i dati osservati



# Limite atteso

- Sezione d'urto esclusa al 95% in funzione della massa della Higgs
- Includendo tutte le sistematiche
- Il Modello di segnale e' la H di modello standard



# Conclusioni

- Nel gruppo di CMS-Firenze portiamo avanti una analisi per risonanze di alta massa in ZZ
- Con interessanti potenzialita' di sviluppo per la presa dati a 14 TeV