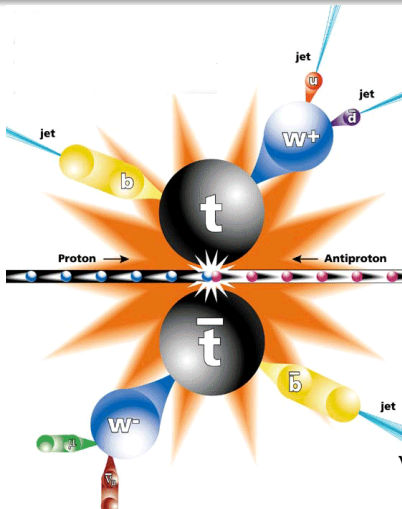


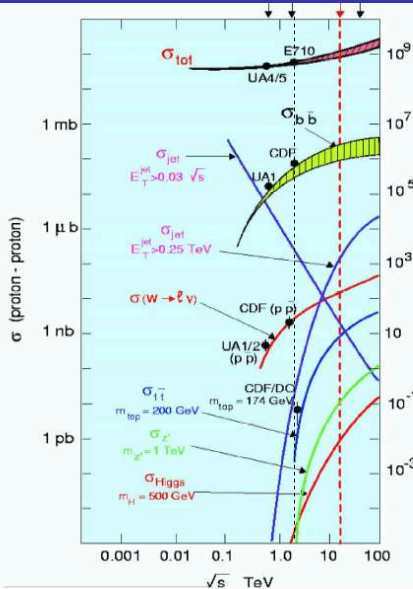
Misura della sezione d'urto della produzione di coppie t-tbar



Valentina Liberati

Sezione d'urto

$$\sigma = \frac{N_{obs} - N_{bkg}}{A \times \epsilon \times \int L dt}$$



Sezione d'urto

$$\sigma = \frac{N_{obs} - N_{bkg}}{A \times \epsilon \times \int L dt}$$

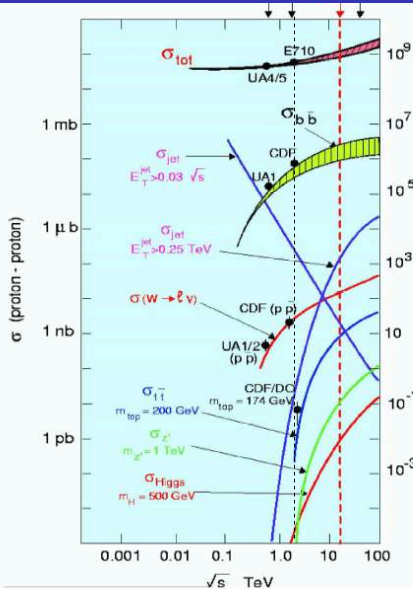
N_{obs} : numero eventi osservati;

N_{bkg} : eventi di fondo;

A : accettazione (rivel.);

ϵ : efficienza (rivel.);

$\int L dt$: luminosita' integrata (accel.).

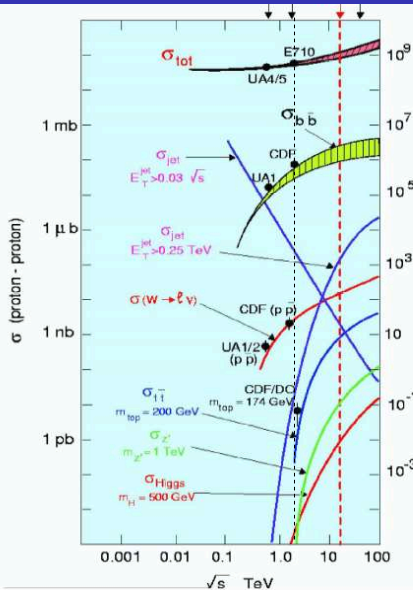


Sezione d'urto

$$\sigma = \frac{N_{obs} - N_{bkg}}{A \times \epsilon \times \int L dt}$$

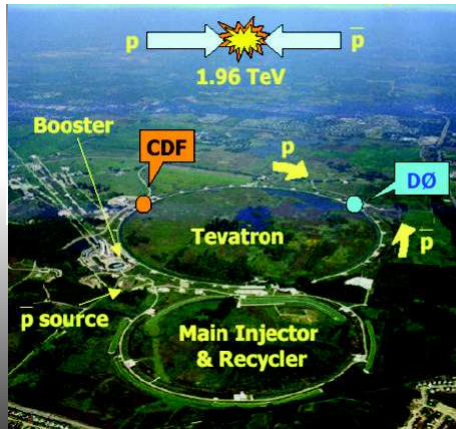
Alcune misure

- 1 $\sigma_{TOT} \sim 60 mb$
- 2 $\sigma(b\bar{b}) \sim 10 \mu b$
- 3 $\sigma(W \rightarrow l\nu) \sim 2.7 nb$
- 4 $\sigma(t\bar{t}) \sim 8 pb$



Tevatron

- collider $p\bar{p}$
- $\sqrt{s} = 1.96 \text{ TeV}$
- luminosita' di disegno
 $3 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

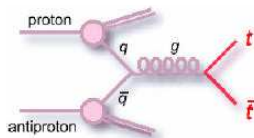


Produzione Decadimento

annichilazione $q\bar{q}$

85*%

(* queste percentuali valgono solo per Cdf)



Produzione Decadimento

fusione $g\bar{g}$

15*%

(* queste percentuali valgono solo per Cdf)

Top

1 $m \sim 175\text{GeV}$

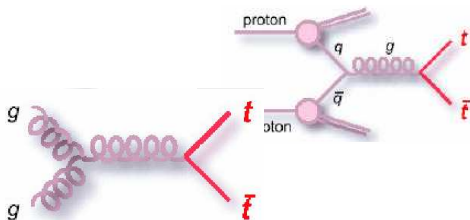
2 $\tau \sim 10^{-25}\text{s}$

3 $\Gamma \sim 1.5\text{GeV}$

per l'accoppiamento forte
serve $\tau \sim 10^{-22}\text{s}$



il top non ha stati legati



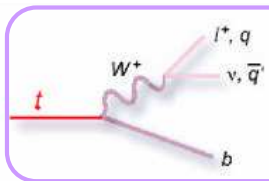
Decadimento top

$t \rightarrow Wb$

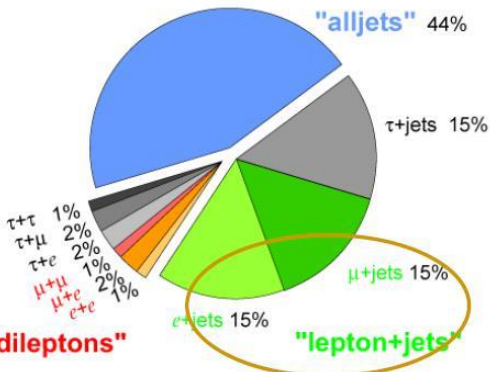
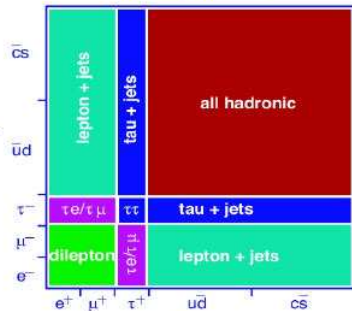
1 $BR \sim 100\%$

2 4 principali
modi di
decadimento

Produzione Decadimento



$t\bar{t}$ decay modes



	BR
Dilepton: $t\bar{t} \rightarrow l^+ \nu l^- \nu b\bar{b}$	5%
Lepton+jets: $t\bar{t} \rightarrow l \nu q\bar{q} b\bar{b}$	30%
All hadronic: $t\bar{t} \rightarrow q\bar{q} q\bar{q} b\bar{b}$	45%
Tauonic:	20%

Gli eventi

- Per la misura della sezione d'urto si considerano due canali di decadimento: **dileptonico** (entrambi i W decadono in leptone+neutrino) e **leptone+jets** (un W in leptone e l'altro in adroni).

Per entrambi i canali di decadimento si analizzano

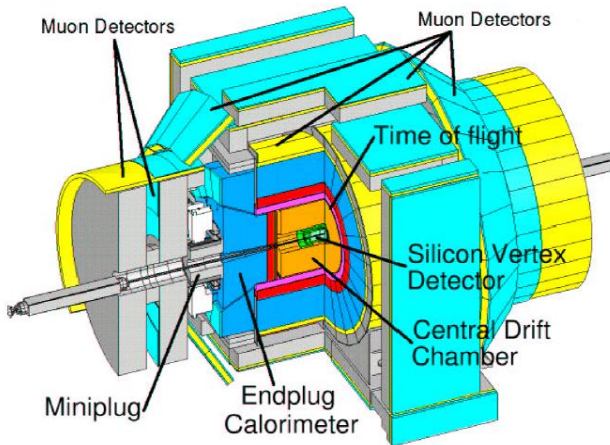
- Le selezioni effettuate sugli eventi
- Le principali fonti di background

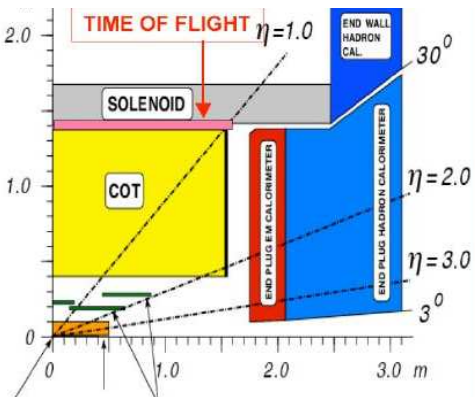
Collider Detector at Fermilab, costruito in uno dei due punti di incrocio dei fasci.

Lungo 15m;

Largo 10m;

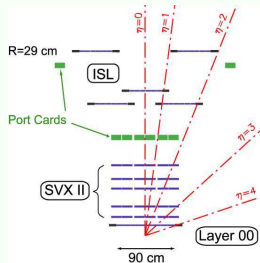
a simmetria assiale
e avanti-indietro.





- (z, θ, ϕ) in funzione della **pseudorapidità** $\eta = -\ln[\tan(\frac{\theta}{2})]$
- tracciatore al silicio

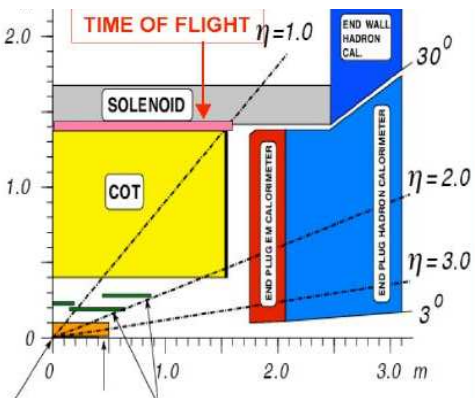
Alcune specifiche



Detector di 8 strati di microstrips al Si per ricostruire le tracce.

Risoluzione di $28\mu\text{m}$ ($17\mu\text{m}$ per il Layer00)

- (z, θ, ϕ) in funzione della pseudorapidità $\eta = -\ln[\tan(\frac{\theta}{2})]$
- tracciatore al silicio



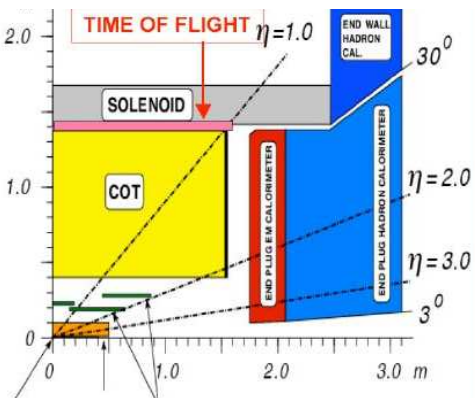
- (z, θ, ϕ) in funzione della **pseudorapidity** $\eta = -\ln[\tan(\frac{\theta}{2})]$
- tracciatore al silicio
- Camera a drift, COT

Alcune specifiche

Central Outer Tracker multifili, fatta da **96** layers, lunga **3.1m**, in una regione tra **0.40m** e **1.37m** dall'asse del fascio.

Identifica le particelle cariche con una risoluzione sulla posizione di $\sim 140\mu\text{m}$ e sulla curvatura della traiettoria di $\frac{\sigma_{p_t}}{p_t^2} \sim 0.17\%$ GeV/c

- (z, θ, ϕ) in funzione della **pseudorapidità** $\eta = -\ln[\tan(\frac{\theta}{2})]$
- tracciatore al silicio
- Camera a drift, COT

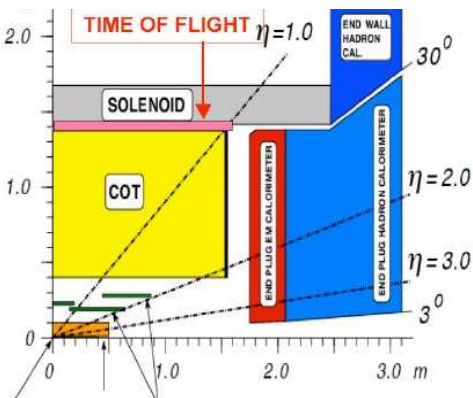


- (z, θ, ϕ) in funzione della pseudorapidità $\eta = -\ln[\tan(\frac{\theta}{2})]$
- tracciatore al silicio
- Camera a drift, COT
- Calorimetro Centrale (CEM, CH)
- Calorimetro EndPlug (CEM, CH)

Alcune specifiche

I Calorimetri sono segmentati in η e ϕ . Ogni elemento copre 15° in ϕ e tra 0.10 – 0.13 unità in η . Sono realizzati piombo-scintillatore (CEM) e ferro-scintillatore (CHA).

- (z, θ, ϕ) in funzione della **pseudorapidità** $\eta = -\ln[\tan(\frac{\theta}{2})]$
- tracciatore al silicio
- Camera a drift, COT
- Calorimetro Centrale (CEM, CH)
- Calorimetro EndPlug (CEM, CH)



- (z, θ, ϕ) in funzione della **pseudorapidità** $\eta = -\ln[\tan(\frac{\theta}{2})]$
- tracciatore al silicio
- Camera a drift, COT
- Calorimetro Centrale (CEM, CH)
- Calorimetro EndPlug (CEM, CH)
- Solenoide ($B=1.4T$)
- Camera a drift per μ

Alcune specifiche

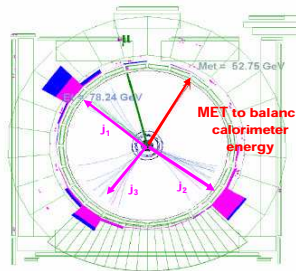
La camera per μ è posta al di fuori dei calorimetri. È costituita da 4 sistemi di rivelatori indipendenti, costituiti da camere a drift.

- (z, θ, ϕ) in funzione della **pseudorapidità** $\eta = -\ln[\tan(\frac{\theta}{2})]$
- tracciatore al silicio
- Camera a drift, COT
- Calorimetro Centrale (CEM, CH)
- Calorimetro EndPlug (CEM, CH)
- Solenoide ($B=1.4T$)
- Camera a drift per μ

Canale Dileptonico

$$t\bar{t} \rightarrow bl^+\nu_l\bar{b}l'\bar{\nu}_{l'}$$

- 1 2 leptoni con alto P_t
- 2 MET (missing energy, da ν)
- 3 2 jets (adronizzazione dei b)



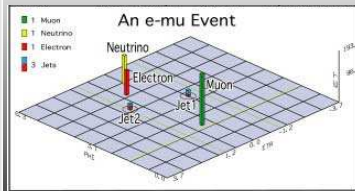
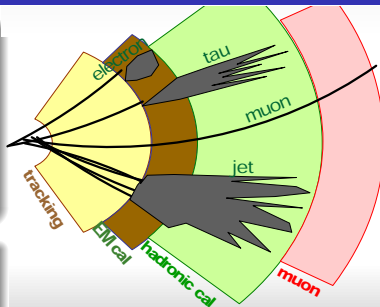
Canale Dileptonico

$$t\bar{t} \rightarrow b l^+ \nu_l \bar{b} l' \bar{\nu}_{l'}$$

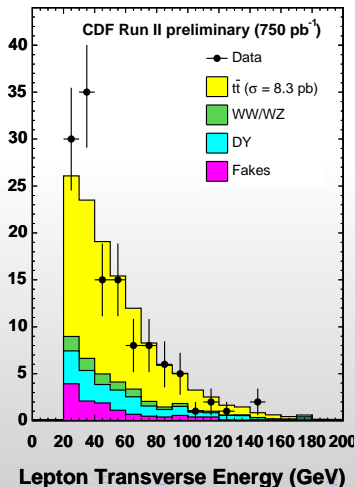
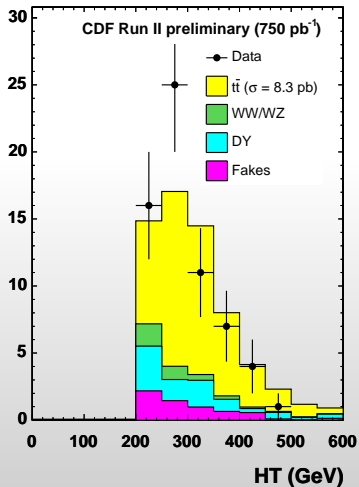
- 1 2 leptoni con alto P_T
- 2 MET (missing energy, da ν)
- 3 2 jets (adronizzazione dei b)

Selezione

- 1 2 leptoni di carica opposta
- 2 e^- : $E_T > 20\text{GeV}$ e $P_T > 10\text{ GeV}$
- 3 μ^- : $P_T > 20\text{GeV}$ ($|\eta| < 1$)
- 4 $\text{MET} > 25\text{GeV}$
- 5 minimo 2 jets con $E_T > 15\text{GeV}$
- 6 $H_T > 200\text{GeV}$
($H_T = \sum_i E_{Ti} + \text{MET} + E_{ijet}$)



Grafici



Background

Tutti i processi che “simulano” lo stato finale che stiamo studiando.
Si determinano combinando l’analisi dei dati (eventi con 0 e 1 jet, *regioni di controllo*) e simulazioni MonteCarlo.

① Drell-Yan ($q\bar{q} \rightarrow l^+l^-$) (fake MET)

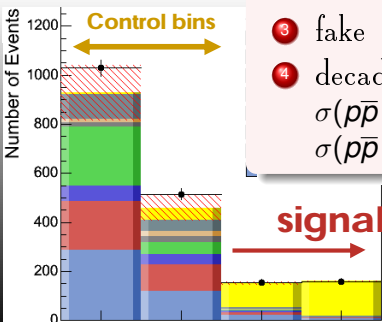
② $W \rightarrow l\nu + \text{jet}$ (fake lepton)

③ fake

④ decadimenti WW, WZ

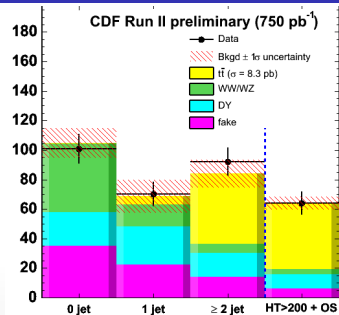
$$\sigma(p\bar{p} \rightarrow WW) = 13\text{pb}$$

$$\sigma(p\bar{p} \rightarrow WZ) = 4\text{pb}$$



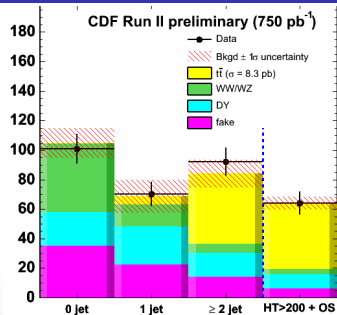
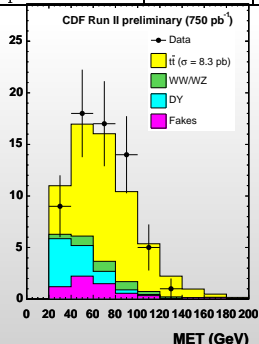
Background

Source	NJets			H_T , OS
	0j	1j	$\geq 2j$	
WW	42.37 ± 2.59	10.86 ± 0.89	4.68 ± 0.74	2.70 ± 0.42
WZ	4.11 ± 0.30	3.94 ± 0.24	1.71 ± 0.26	0.93 ± 0.15
DY $\rightarrow \tau\tau$	0.69 ± 0.08	3.88 ± 0.67	3.12 ± 0.91	1.60 ± 0.38
DY $\rightarrow ee + \mu\mu$	22.35 ± 4.96	21.77 ± 7.20	13.15 ± 6.89	7.83 ± 3.15
Fakes	35.02 ± 8.50	22.48 ± 5.61	13.96 ± 3.59	6.29 ± 1.53
Total background	104.54 ± 11.12	62.93 ± 10.36	36.61 ± 9.39	19.34 ± 4.26
$t\bar{t}$ ($\sigma = 6.7$ pb)	0.16 ± 0.01	4.74 ± 0.17	38.34 ± 1.31	36.09 ± 1.24
Total SM expectation	104.71 ± 11.12	67.67 ± 10.45	74.96 ± 10.27	55.43 ± 5.11
750 pb^{-1} Candidates	101	71	93	64



Background

Source	NJets			H_T , OS
	0j	1j	$\geq 2j$	
WW	42.37 ± 2.59	10.86 ± 0.89	4.68 ± 0.74	2.70 ± 0.42
WZ	4.11 ± 0.30	3.94 ± 0.24	1.71 ± 0.26	0.93 ± 0.15
DY $\rightarrow \tau\tau$	0.69 ± 0.08	3.88 ± 0.67	3.12 ± 0.91	1.60 ± 0.38
DY $\rightarrow ee + \mu\mu$	22.35 ± 4.96	21.77 ± 7.20	13.15 ± 6.89	7.83 ± 3.15
Fakes	35.02 ± 8.50	22.48 ± 5.61	13.96 ± 3.59	6.29 ± 1.53
Total background	104.54 ± 11.12	62.93 ± 10.36	36.61 ± 9.39	19.34 ± 4.26
$t\bar{t}$ ($\sigma = 6.7$ pb)	0.16 ± 0.01	4.74 ± 0.17	38.34 ± 1.31	36.09 ± 1.24
Total SM expectation	104.71 ± 11.12	67.67 ± 10.45	74.96 ± 10.27	55.43 ± 5.11
750 pb^{-1} Candidates	101	71	93	64

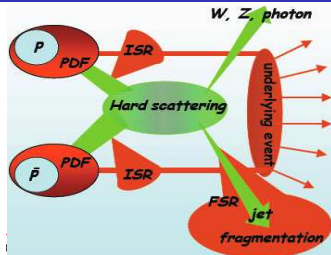


Source	Candidate Events By Dilepton Category			Total
	ee	$\mu\mu$	$e\mu$	
WW	0.79 ± 0.15	0.45 ± 0.09	1.45 ± 0.25	2.70 ± 0.42
WZ	0.41 ± 0.07	0.31 ± 0.06	0.20 ± 0.04	0.93 ± 0.15
DY $\rightarrow \tau\tau$	0.38 ± 0.10	0.39 ± 0.10	0.83 ± 0.21	1.60 ± 0.38
DY $\rightarrow ee + \mu\mu$	3.52 ± 1.57	4.31 ± 1.86	0.00 ± 0.00	7.83 ± 3.15
Fakes	1.00 ± 0.50	2.06 ± 0.63	3.23 ± 1.30	6.29 ± 1.53
Total background	6.10 ± 1.87	7.52 ± 2.12	5.72 ± 1.38	19.34 ± 4.26
$t\bar{t}$ ($\sigma = 6.7$ pb)	8.25 ± 0.38	8.57 ± 0.39	19.27 ± 0.88	36.09 ± 1.24
Total SM expectation	14.35 ± 2.08	16.09 ± 2.30	24.99 ± 1.75	55.43 ± 5.11
750 pb^{-1} Candidates	12	24	28	64

Risultati

Source	Systematic Error (%)
MC Generator	2.4
ISR/FSR	4.4
PDF's	0.8
JES corrections	3.1
Multiple Interactions	1.7
Lepton Identification	4.0
Total	7.4

L'incertezza sistematica include l'incertezza su A (scala di energia dei jet) e sul background (domina il contributo di Drell-Yan).



Sezione d'urto

Calcolata come:

$$\sigma(t\bar{t}) = \frac{N_{obs} - N_{bkg}}{\sum_i A_i \times L_i}$$

Si ottiene:

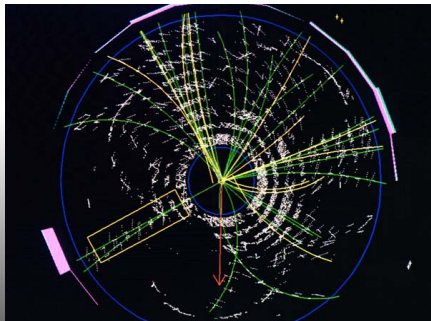
$$\sigma(t\bar{t}) = 8.3 \pm 1.5_{stat} \pm 1.0_{sys} \pm 0.5_{lumi} \text{ pb}$$

Canale Leptone+Jets

$$p\bar{p} \rightarrow t\bar{t} \rightarrow W^+bW^-\bar{b} \rightarrow l\nu q\bar{q}b\bar{b}$$

Un W decade leptonicamente e l'altro in quark. l'evento contiene:

- 1 un leptone di alto P_T
- 2 un neutrino
- 3 quattro jets, due originati dai quark b

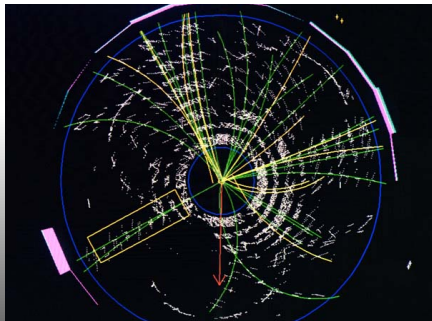


Canale Leptone+Jets

$$p\bar{p} \rightarrow t\bar{t} \rightarrow W^+bW^-\bar{b} \rightarrow l\nu q\bar{q}b\bar{b}$$

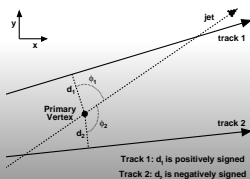
La selezione degli eventi richiede che:

- 1 $E_T > 20\text{GeV}$
- 2 $\text{MET} > 20\text{GeV}$
- 3 jet con $E > 15\text{GeV}$ ($|\eta| < 2$)
- 4 $H_T > 200\text{GeV}$
($H_T = \text{MET} + E_{T_e^-} + E_{T_\mu} + E_{T_{jet}}$)
- 5 almeno un b-tagging



Jet probability b-tagging

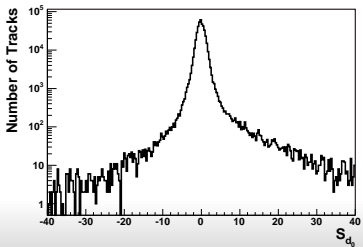
- Determina se un jet e' stato prodotto da un light o heavy quark
- Dalle tracce associate ad un jet si determina la probabilita' per le stesse di provenire dal vertice primario dell'interazione.
- Il calcolo si basa sul parametro d'impatto d_0 della traccia.



d_0 e' positivo o negativo in funzione dell'angolo formato dalla traccia nel punto piu' vicino al vertice con la direzione del jet

Un jet proveniente dall'adronizzazione di un b contiene adroni con vita lunga, le tracce dei quali sono nella parte positiva della distribuzione di d_0 . Quella negativa e' dovuta alla risoluzione del detector.

Jet probability b-tagging



Una traccia e' detta *jet probability track* se supera la selezione :

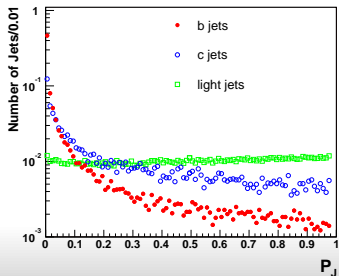
- $P_T > 0.5 \text{ GeV}$
- $|d_0| < 0.1 \text{ cm}$

Perche' un jet sia taggabile sono necessarie almeno due jet probability tracks con $d_0 > 0$

Jet probability b-tagging

Una traccia e' detta *jet probability track* se supera la selezione :

- $P_T > 0.5 \text{ GeV}$
- $|d_0| < 0.1 \text{ cm}$



Perche' un jet sia taggabile sono necessarie almeno due jet probability tracks con $d_0 > 0$

Questo metodo puo' essere usato per separare i contributi di b e di c

Evento

e + 4 jet event

40758_44414

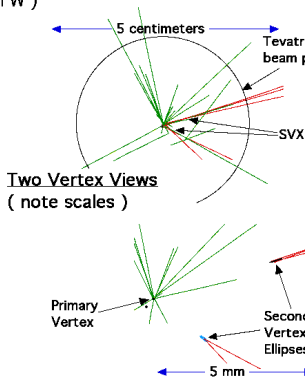
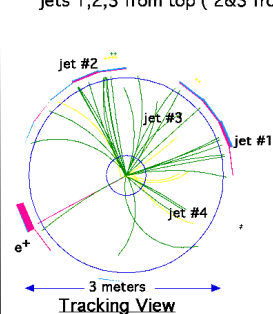
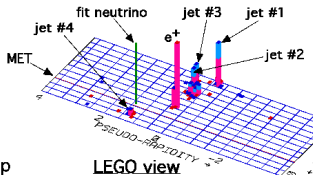
24-September, 1992

TWO jets tagged by SVX

fit top mass is 170 ± 10 GeV

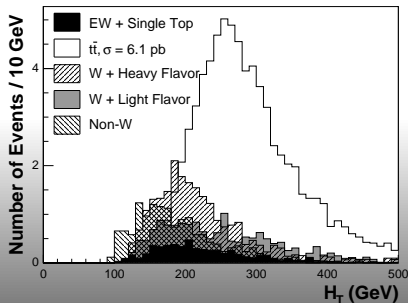
e^+ , Missing E_T , jet #4 from top

jets 1,2,3 from top (2&3 from W)



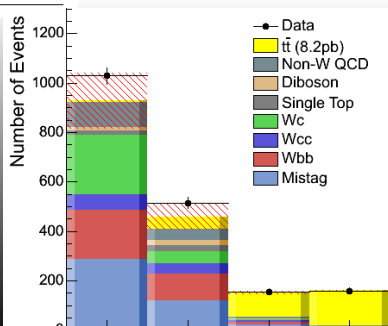
Background

- produzione di heavy flavour con W ($Wb\bar{b}$)
- dibosoni (uno decade leptonicamente, l'altro in quarks)
- non-W bg: $l + \text{MET}$ non da W . (jet fa da leptone e la MET energia errata jet)
- mistag rate, jets da partoni leggeri come heavy flavour jets



Background

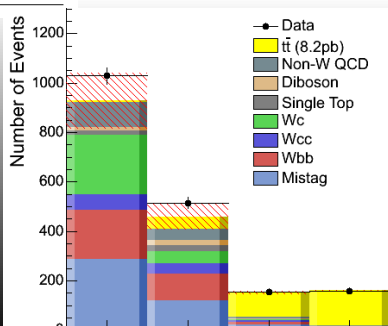
Njets	1	2	3	≥ 4
Pretag	68183	10647	846	402
Mistag	286.0 ± 42.3	119.2 ± 17.7	21.0 ± 3.2	6.6 ± 1.0
$Wb\bar{b}$	201.1 ± 62.3	109.0 ± 32.3	13.0 ± 3.5	3.3 ± 0.9
$Wc\bar{c}$	61.5 ± 18.0	40.9 ± 12.8	5.2 ± 1.6	1.5 ± 0.5
Wc	242.1 ± 62.0	50.4 ± 13.3	3.3 ± 0.9	0.4 ± 0.1
Single Top	17.2 ± 1.7	24.1 ± 2.4	2.1 ± 0.2	0.4 ± 0.1
Diboson	13.3 ± 2.1	19.2 ± 3.0	2.6 ± 0.5	1.0 ± 0.2
non- W QCD	99.9 ± 16.4	45.0 ± 7.5	5.8 ± 1.1	4.1 ± 0.8
Total	921.1 ± 113.3	407.8 ± 52.5	53.0 ± 6.3	17.2 ± 1.9
Data	1029	514	156	158



Background

Njets	1	2	3	≥ 4
Pretag	68183	10647	846	402
Mistag	286.0 ± 42.3	119.2 ± 17.7	21.0 ± 3.2	6.6 ± 1.0
$Wb\bar{b}$	201.1 ± 62.3	109.0 ± 32.3	13.0 ± 3.5	3.3 ± 0.9
$Wc\bar{c}$	61.5 ± 18.0	40.9 ± 12.8	5.2 ± 1.6	1.5 ± 0.5
Wc	242.1 ± 62.0	50.4 ± 13.3	3.3 ± 0.9	0.4 ± 0.1
Single Top	17.2 ± 1.7	24.1 ± 2.4	2.1 ± 0.2	0.4 ± 0.1
Diboson	13.3 ± 2.1	19.2 ± 3.0	2.6 ± 0.5	1.0 ± 0.2
non-W QCD	99.9 ± 16.4	45.0 ± 7.5	5.8 ± 1.1	4.1 ± 0.8
Total	921.1 ± 113.3	407.8 ± 52.5	53.0 ± 6.3	17.2 ± 1.9
Data	1029	514	156	158

Source	Systematic (%)
b-tagging	6.5
Luminosity	6.0
PDF	5.8
Jet Energy Scale	3.0
ISR/FSR	2.6
Lepton Identification	2.0
Total	11.5



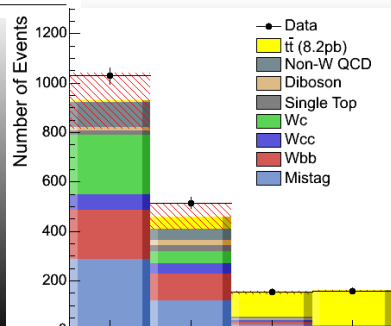
Background

Njets	1	2	3	≥ 4
Pretag	68183	10647	846	402
Mistag	286.0 ± 42.3	119.2 ± 17.7	21.0 ± 3.2	6.6 ± 1.0
$Wb\bar{b}$	201.1 ± 62.3	109.0 ± 32.3	13.0 ± 3.5	3.3 ± 0.9
$Wc\bar{c}$	61.5 ± 18.0	40.9 ± 12.8	5.2 ± 1.6	1.5 ± 0.5
Wc	242.1 ± 62.0	50.4 ± 13.3	3.3 ± 0.9	0.4 ± 0.1
Single Top	17.2 ± 1.7	24.1 ± 2.4	2.1 ± 0.2	0.4 ± 0.1
Diboson	13.3 ± 2.1	19.2 ± 3.0	2.6 ± 0.5	1.0 ± 0.2
non-W QCD	99.9 ± 16.4	45.0 ± 7.5	5.8 ± 1.1	4.1 ± 0.8
Total	921.1 ± 113.3	407.8 ± 52.5	53.0 ± 6.3	17.2 ± 1.9
Data	1029	514	156	158

Misuro la sezione d'urto nel bin
 > 3 jet

$$\sigma(t\bar{t}) = \frac{N_{obs} - N_{bck}}{\epsilon \times \int L dt}$$

$$\sigma(t\bar{t}) = 8.2 \pm 0.6_{stat} \pm 1.0_{sys}$$



Background

Richiedendo almeno 2b-tags si ottiene

$$\sigma(t\bar{t}) = 8.8_{-1.1}^{+1.2}(\text{stat})_{-1.3}^{+2.0}(\text{sys})$$

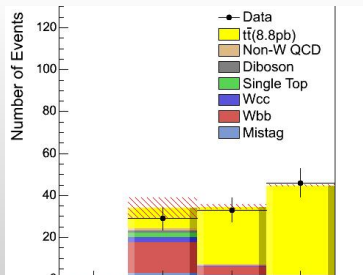
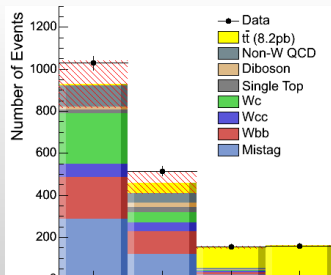
Jet multiplicity	2 jets	3 jets	≥ 4 jets
Mistags	2.9 ± 0.5	1.7 ± 0.4	1.0 ± 0.5
Wbb	14.8 ± 4.0	4.7 ± 1.2	1.4 ± 0.4
Wcc	2.3 ± 0.8	0.4 ± 0.1	0.2 ± 0.1
Single Top	2.4 ± 0.5	0.1 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Diboson	0.9 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.0
Non-W QCD	1.0 ± 0.2	0.6 ± 0.1	0.2 ± 0.1
Total Pred	24.3 ± 4.8	7.7 ± 1.4	2.9 ± 0.7
Corrected Total	24.2 ± 4.8	7.2 ± 1.3	1.9 ± 0.5
Top(6.7 ± 0.8 pb)	7.3 ± 1.6	20.4 ± 4.5	31.9 ± 7.1
Observed	29	33	46

L'incertezza sistemica è dominata dalle incertezze sulla luminosità, sull'accettazione, sul tagging. Sono trascurabili le incertezze sul background

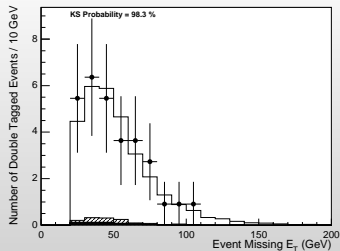
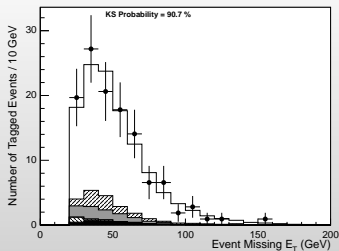
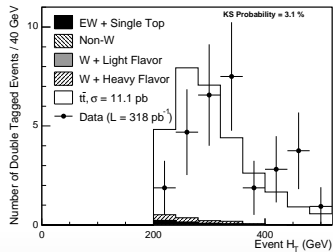
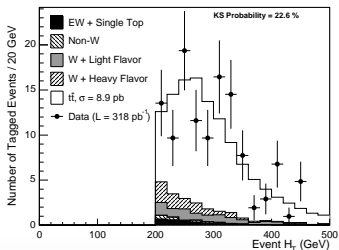
Grafici

Njets	1	2	3	≥ 4
Pretag	68183	10647	846	402
Mistag	286.0 ± 42.3	119.2 ± 17.7	21.0 ± 3.2	6.6 ± 1.0
$Wb\bar{b}$	201.1 ± 62.3	109.0 ± 32.3	13.0 ± 3.5	3.3 ± 0.9
$Wc\bar{c}$	61.5 ± 18.0	40.9 ± 12.8	5.2 ± 1.6	1.5 ± 0.5
Wc	242.1 ± 62.0	50.4 ± 13.3	3.3 ± 0.9	0.4 ± 0.1
Single Top	17.2 ± 1.7	24.1 ± 2.4	2.1 ± 0.2	0.4 ± 0.1
Diboson	13.3 ± 2.1	19.2 ± 3.0	2.6 ± 0.5	1.0 ± 0.2
non-W QCD	99.9 ± 16.4	45.0 ± 7.5	5.8 ± 1.1	4.1 ± 0.8
Total	921.1 ± 113.3	407.8 ± 52.5	53.0 ± 6.3	17.2 ± 1.9
Data	1029	514	156	158

Jet multiplicity	2 jets	3 jets	≥ 4 jets
Mistags	2.9 ± 0.5	1.7 ± 0.4	1.0 ± 0.5
Wbb	14.8 ± 4.0	4.7 ± 1.2	1.4 ± 0.4
Wcc	2.3 ± 0.8	0.4 ± 0.1	0.2 ± 0.1
Single Top	2.4 ± 0.5	0.1 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Diboson	0.9 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.0
Non-W QCD	1.0 ± 0.2	0.6 ± 0.1	0.2 ± 0.1
Total Pred	24.3 ± 4.8	7.7 ± 1.4	2.9 ± 0.7
Corrected Total	24.2 ± 4.8	7.2 ± 1.3	1.9 ± 0.5
Top(6.7 ± 0.8 pb)	7.3 ± 1.6	20.4 ± 4.5	31.9 ± 7.1
Observed	29	33	46

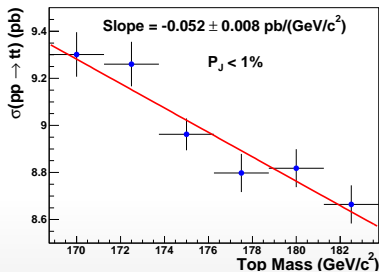


Grafici



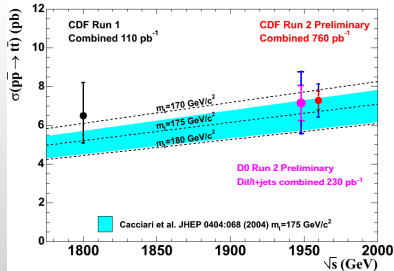
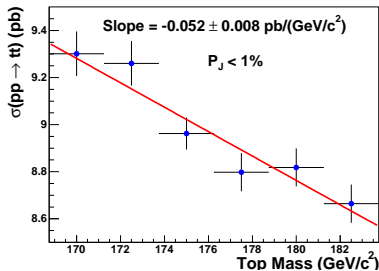
$\sigma(tt)$ VS M_{top}

La sezione d'urto dipende dalla massa del top.
Da simulazioni MC, la sezione d'urto diminuisce di $\sim 0.2\text{pb}$ ogni aumento di 1GeV della m_{top} nel range $(170 \div 190)\text{GeV}$



$\sigma(tt)$ VS M_{top}

La sezione d'urto dipende dalla massa del top.
Da simulazioni MC, la sezione d'urto diminuisce di $\sim 0.2\text{pb}$ ogni aumento di 1GeV della m_{top} nel range $(170 \div 190)\text{GeV}$



BIBLIOGRAFIA



A MEASUREMENT OF THE $t\bar{t}b\bar{a}$ PRODUCTION CROSS SECTION USING DILEPTONS, nota 8103. <http://www.cdf.fnal.gov>



TOP PAIR PRODUCTION CROSS SECTION IN LEPTON+JETS CHANNEL WITH DISPLACED VERTEX. <http://www.cdf.fnal.gov>



TOP CROSS SECTION USING JET PROBABILITY.
<http://www.cdf.fnal.gov>