



13 al 25 de mayo 2013

Héctor Bello Martínez

FCFM-BUAP, Pue. México

Dr. Arturo Fernández Téllez

FCFM-BUAP, Pue. México

Dr. Antonio Ortíz Velásquez

DoPP-Lund University, Suecia

May 24, 2013

Resumen

Se presenta un resumen de lo que se hizo del 13 al 25 de mayo del 2013.

- 1 Se explica lo que se lleva del Unfolding.
- 2 Se obtuvo la matriz de respuesta inversa para $N_{ch}=16$.
- 3 Se obtuvo las distribuciones de probabilidad de S_T en bins de N_{ch} .
- 4 Se obtuvo el Unfolded de la distribución de probabilidad de S_T para $N_{ch}=16$.
- 5 Se graficó P_T vs N_{ch} para datos ESD reales y datos MC ESD (Phoject LHC10e21 y Phytia LHC10e20) para todas las corridas.
- 6 se graficó S_T vs N_{ch} para datos ESD reales y datos MC ESD (Phoject LHC10e21 y Phytia LHC10e20) para todas las corridas.

Procedimiento de corrección

Para obtener la corrección a una distribución (ej. St vs Nch) por efectos de detector se necesita:

- Distribución de St vs Nch para datos medidos. ✓
- Corrección por multiplicidad (Para cantidades que dependen de Nch.) ✓

$$\langle S_{Tt} \rangle (N_{tch}) = \sum_m \langle S_T \rangle_{unf}(N_m) R(N_{tch}, N_m).$$

Para corregir cada bin de esfericidad generada, tomar la suma de la multiplicación de un bin de esfericidad medida de la distribución con el correspondiente bin de multiplicidad medida para el bin de multiplicidad generada de la matriz $R(N_{tch}, N_m)$.

- Corrección por Unfolding (Para cantidades compuestas como St(Pt(Nch)).) (Método Bayesiano o Chi-Square)

$$\langle S_T \rangle_{unf}(N_m) = \sum_t \langle S_T \rangle_{med}(N_m) R^{-1}(S_t(N_t), S_m(N_m)).$$

Procedimiento de corrección

Corrección por multiplicidad.

- ✓ Correlación de Nch medida vs generada.
- ✓ Matriz de Respuesta $R(N_{tch}, N_m)$ (corr. norm. y escala=1).

Corrección por Unfolding. (Método Bayesiano)

- ✓ Correlación de St medida vs generada para cada Nchmed.
- ✓ Matriz de Respuesta $R(S_t(N_t), S_m(N_m))$ para cada Nchmed.
- ✓ Extrapolación de $R(S_t, S_m)$ para altas Nchgen para cada bin de Nchmed.
- ✓ Extrapolación de $R(S_t, S_m)$ para baja St para cada Nchmed.
- ✓ Matriz de Respuesta extrapolada p/c bin de Nchmed.
- 1/55 Matriz de Respuesta extrapolada Inversa p/c Nchmed.
- 1/55 Unfolding.

Se tiene las matrices de respuesta extrapoladas para distintas multiplicidades. Para altas multiplicidades mejor resolución.

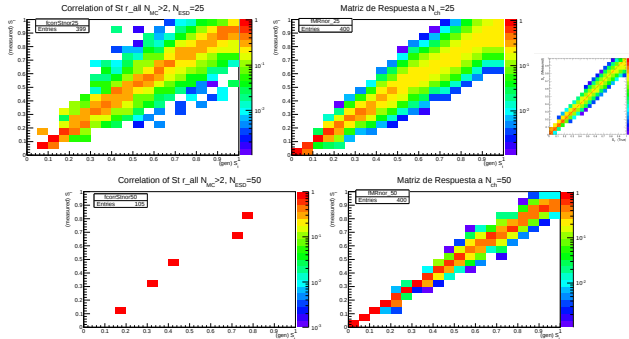


Figure 1: 1.-Matriz de respuesta $N_{ch}=25$, a) no extrapolada b) extrapolada, c) paper. 2.- Matriz de respuesta $N_{ch}=50$, a) no extrapolada b) extrapolada.

Para el Unfolding necesitamos R^{-1} , ($T = R^{-1}M$).
 calculada de modo usual. Aparecen términos negativos.

//—To write—

```
TMatrixD STRmatrix(20,20);
TArrayD STRmatrix_ij(400);
for(Int_t k= 0; k < 400; k++){
  STRmatrix_ij[k]=STR[k]; }
STRmatrix.SetMatrixArray(STRmatrix_ij.GetArray());
STRmatrix.Print();
//—To Invert —
TDecomplu lu(STRmatrix);
TMMatrixD invSTRmatrix(20,20);
if (!lu.Decompose()) {
  cout << "Decomposition failed, matrix singular ?" << endl;
} else {
  lu.Invert(invSTRmatrix);
  lu.SetTol(-10^16);
  invSTRmatrix.Print();
```

$R^{-1}(St,Sm)$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	48.38	-0.075	-0.048	15.57	-0.88	5.792	-2.703	1.878	-4.1828	0.1234	-0.0007	0.00002	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	-125.3	129.2	-48.37	6.702	4.385	-5.425	1.800	-2.407	1.035	-0.0075	0.0004	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
3	111.3	-121.2	162.4	48.35	34.37	4.425	6.3238	1.762	-1.863	1.448	-0.0007	0.0004	-0.0001	0.0001	-0.0001	0.0001	-0.0001	0.0001	-0.0001	0.0001
4	125.1	29.4	-19.1	79.9	19.41	33.9	-2.8	-6.003	1.006	-1.201	0.0008	-0.0003	0.0001	0.0001	-0.0001	0.0001	-0.0001	0.0001	-0.0001	0.0001
5	400.4	-47.4	388.4	-121.4	238.7	-162.7	71.25	-11.95	15.49	-1.039	1.428	-1.000	0.1238	-0.0700	0.0200	-0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
6	-108.8	102.3	-176.1	48.2	-176.9	231.8	-105.1	39.88	-11.87	38.38	-4.61	1.878	-0.1138	0.1429	-0.0001	0.0001	-0.0001	0.0001	-0.0001	0.0001
7	128.8	108.4	111.1	108.2	394.4	-112.4	90.3	48.46	41.88	-14.35	12.78	-1.727	1.488	-0.1987	0.1108	-0.0201	0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
8	-18.87	-42.37	-42.42	0.48	-174.7	261.1	-19.3	29.3	-10.12	48.38	-28.18	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
9	98.49	-107.3	119	-107.7	161.7	-161.1	176.9	-176.1	162.3	-161.5	15.25	12.12	1.121	-1.159	0.131	-0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
10	-41.87	48.86	-41.85	47.4	-47.41	48.4	-48.87	52.4	-48.47	41.31	-14.48	11.13	-1.441	0.0001	-0.1421	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
11	14.18	-15.15	-15.17	-15.15	16	-15.18	15.13	-15.15	15.15	-11.82	15.12	-15.15	1.11	-0.1117	0.1108	-0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
12	4.326	0.196	-0.197	0.195	-0.121	7.795	-1.402	4.129	-4.47	18.86	-11.73	0.0001	-1.1	0.1121	-0.1108	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
13	1.123	-1.122	1.498	-2.107	1.104	-1.403	1.402	-1.402	1.858	-1.174	1.088	-4.348	4.388	-1.489	0.1161	-0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
14	0.1532	0.1493	-0.15	0.1513	-0.1493	0.1526	-0.1493	0.1493	-0.1498	0.1492	-1.188	1.174	-1.157	1.117	-0.1167	0.1161	-0.1161	0.1161	-0.1161	0.1161
15	0.1438	-0.1417	0.1472	-0.1432	0.1432	-0.1432	0.1438	-0.1432	0.1432	-0.1432	0.1438	-0.1432	0.1438	-0.1432	0.1438	-0.1432	0.1438	-0.1432	0.1438	-0.1432
16	0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319
17	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319	0.14319	-0.14319
18	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319
19	0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319	-0.14319
20	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319	0.14319

Matriz de Respuesta Inversa

Como se ha dicho[1] para revelar lo hacemos mediante:

$$U_t = R^{-1}M. \quad (1)$$

La matriz inversa obtenida por métodos usuales contiene términos negativos que pueden conducir a números negativos de eventos revelados. Se propone los métodos:

- **Revelado regularizado.** Usa polinomios ortogonales donde se estiman coeficientes, funciona en problemas unidimensionales
- **✓ Revelado por Teorema de Bayes.**
 - Tiene bases teóricas.
 - Se aplica a problemas multidimensionales.
 - **No requiere matriz de inversión.**

[1] Jan Fiete Grosse-Oetringhaus, PhD thesis (2009).

Inversión por Teorema de Bayes

Como se ha dicho para revelar lo hacemos mediante:

$$U_t = \sum_m R_{mt}^{-1} M_m = \sum_m R_{tm}^{\#} M_m. \quad (2)$$

donde $R_{tm}^{\#} = \frac{1}{|R|} \text{adj}(R_{tm})$. El teorema de Bayes nos dice que la matriz de respuesta inversa se obtiene[2] como:

$$R_{tm}^{\#} = \frac{R_{mt} \cdot U_{apt}}{\sum_t R_{mt} \cdot U_{apt}} \Rightarrow U_t = \sum_m \frac{R_{mt} \cdot U_{apt}}{\sum_t R_{mt} \cdot U_{apt}} M_m, \quad (3)$$

donde U_{apt} es la distribución a priori. Así entonces, U_t cae entre U_{apt} y $U_{corregido}$, sugiriendo un proceso iterativo.

Después de iteraciones, el revelado convergerá a la distribución corregida con fuertes fluctuaciones alrededor de esta. (como lo hace un ajuste polinomial)

Inversión por Teorema de Bayes

La probabilidad $\mathcal{P}(true)$ de obtener alguna cantidad corregida "true" dada, tal que se ha obtenido la probabilidad $\mathcal{P}(med)$ de obtener una cantidad medida es dada por el teorema de Bayes, con la matriz de respuesta inversa dada por:

$$R_{mt}^{-1} = \mathcal{P}(true, med) = \frac{\mathcal{P}(med/true) \cdot \mathcal{P}(true)}{\mathcal{P}(med)} \quad (4)$$

Para el caso de distribuciones $P_t(Nch)$ la matriz inversa es dada por:

$$R_{tm}^{\#} = \frac{R(N_m, N_t) \cdot P_{ap}(N_t)}{\sum_t R(N_m, N_t) \cdot P_{ap}(N_t)} \Rightarrow P_t = \sum_m \frac{R(N_m, N_t) \cdot P_{ap}(N_t)}{\sum_t R(N_m, N_t) \cdot P_{ap}(N_t)} P(N_m), \quad (5)$$

sin embargo para el caso de distribuciones S_t :

$$R_{tm}^{\#} = \frac{R(S_m, S_t) \cdot \mathcal{P}_{ap}(S_t)}{\sum_t R(S_m, S_t) \cdot \mathcal{P}_{ap}(S_t)} \Rightarrow \mathcal{P}(S_t) = \sum_m \frac{R(S_m, S_t) \cdot \mathcal{P}_{ap}(S_t)}{\sum_t R(S_m, S_t) \cdot \mathcal{P}_{ap}(S_t)} \mathcal{P}(S_m), \quad (6)$$

Por lo que necesitamos las distribuciones de probabilidad de S_T en bins de multiplicidad como se muestra:

Faltan datos para altos Nch extrapolación?

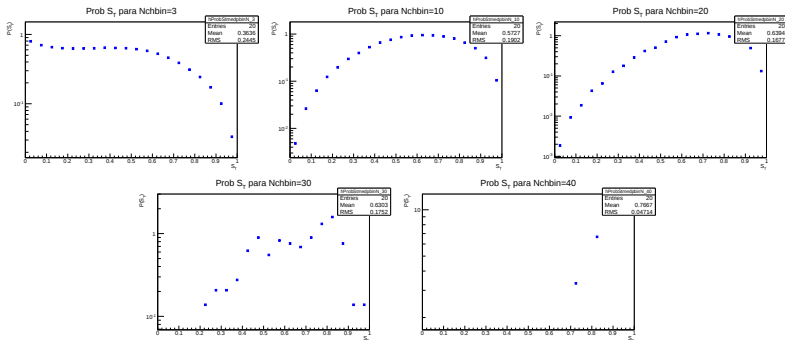


Figure 2: $P(S_t)$ medida para N_{ch} = a) 3 b) 10 c) 20 d) 30 y e) 40.

Sobre las fluctuaciones

Para **evitar problemas con las fluctuaciones** dadas en cada iteración se puede considerar lo siguiente[2]:

- Restringir la probabilidad a una función particular.
- Optimizar bajo criterio el número de iteraciones. (it=10 óptimo según [1] y [2])
- Suavizar el resultado revelado antes de introducirlo en la siguiente iteración. (**Espíritu de inferencia Bayesiana**)

El proceso de suavizado puede ser[1]:

$$\hat{U}_t = (1 - \alpha) \cdot U_t + \frac{\alpha}{3} (U_{t-1} + U_t + U_{t+1}). \quad (7)$$

con α el parámetro de suavizado. ($\alpha = 1$ bueno según [1])

[1] Jan Fiete Grosse-Oetringhaus, PhD thesis (2009).

[2] G. D'Agostini, A multidimensional unfolding method based on Bayes theorem (2005)

Basado en AliUnfolding.C para el cálculo de la inversa...

```
for (Int_t i=0; i<fgBayesianIterations || fgBayesianIterations < 0; i++){
if (fgDebug) Printf("UnfoldSt UnfoldWithBayesian: iteration %i", i);
Double_t chi2Measured = 0; Double_t chi2val=0;
for (Int_t m = 0; m < kMaxM; m++){ Float_t normadebay = 0;
for (Int_t t = kStartBin; t<kMaxT; t++){
normadebay += response[t][m] * prior[t] * efficiency[t];
if (measuredError[m] > 0){
Double_t value = (measuredCopy[m] - normadebay) / measuredError[m];
chi2Measured += value * value;}
if (normadebay > 0){for (Int_t t = kStartBin; t<kMaxT; t++){
```

```
inverseResponse[t][m] = response[t][m] * prior[t] * efficiency[t]/normadebay;
```

```
MatRInv[Multde]->Fill((t)*0.05,(m)*0.05,inverseResponse[t][m]);}}
else {for (Int_t t = kStartBin; t<kMaxT; t++){
inverseResponse[t][m] = 0;
MatRInv[Multde]->Fill((t)*0.05,(m)*0.05,inverseResponse[t][m]);}}}
Double_t IntedeMRINV =0;
IntedeMRINV = MatRInv[Multde]->Integral(1, 20, 1, 20);
for (Int_t t = kStartBin; t<kMaxT; t++){
Float_t value2 = 0;
for (Int_t m=0; m<kMaxM; m++){value2 += inverseResponse[t][m] * measuredCopy[m];
if (efficiency[t] > 0) result[t] = value2 / efficiency[t];
else result[t] = 0;}
Double_t chi2LastIter = 0;
//—REGULARIZATION (simple smoothing)
for (Int_t t=kStartBin; t<kMaxT; t++){
Float_t newValue = 0;
if (t > kStartBin+2 t<kMaxT-1){
```

```
Float_t average = (result[t-1] / binWidths[t-1] + result[t] / binWidths[t] + result[t+1] / binWidths[t+1]) / 3 * binW
```

```
newValue = (1 - fgBayesianSmoothing) * result[t] + fgBayesianSmoothing * average;} else newValue = result[t];
```

```
if (prior[t] > 1e-5){Double_t diff = (prior[t] - newValue) / prior[t];
```

Se obtuvo la matriz inversa y el unfolded,

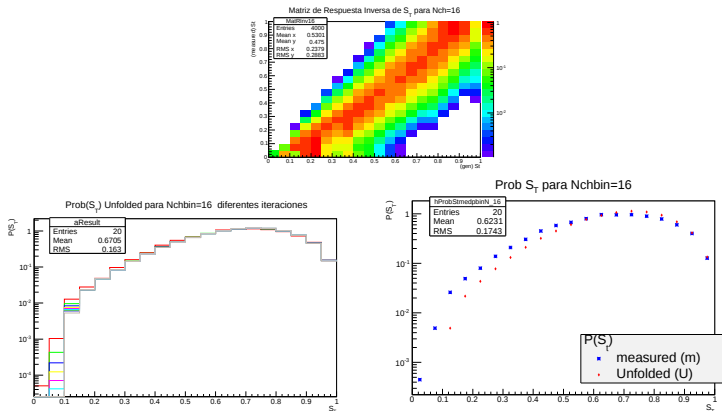


Figure 3: a) Matriz de respuesta inversa b) S_T Unfolded para varias iteraciones c) $P(S_T)$ unfolded para nch=16 10 iteraciones.

corridas en MonALISA

Buscamos colisiones p-p a 7TeV, de la estadística[*] (tabla 1) y de MonALISA[**] (tabla2) vemos que:

año	$\sqrt{s}$ (TeV)	tipo	fill	ALICE lum
2013	1.38	p-p	3559-3564	129.12 nb ⁻¹
2013	8	p-pb	3540-3544	31.94 nb ⁻¹
2012	8	p-p	3375-3453	9.96 pb ⁻¹
2011	7	pb-pb	3343-2351	143.62 pb ⁻¹
2011	7	p-p	2256-2267	4.84 pb ⁻¹
2011	1.38	p-p	1650-1658	52.86.12 nb ⁻¹
2010	7	p-p	1005-1400	? nb ⁻¹

producción	Descripción	Run Range
LHC10b(3)	pass 3	114778-117223
LHC10c(3)	pass 3	118903-120829
LHC10d(2)	pass 2	122374-126437
LHC10e(2)	pass 2	127712-130850
LHC10f	pass 1	133004-135031
LHC11b	pass 1	148531-150705
LHC11c	pass 1	151565-155384
LHC11d_cpas2	cpass 2	156620-159635
LHC11f	pass 1	162845-165746

p-p a 7 TeV =>

[*] <http://lhc-statistics.web.cern.ch/LHC-Statistics/>

[**] http://alimonitor.cern.ch/raw/raw_details.jsp?timesel=0&filter_jobtype=LHC+period+LHC11f+-+Pass1

más corridas MC en MonALISA del periodo LHC10e21

Como se ve la estadística del MC es pobre por lo que hay que aumentarla. Para **Phoject** las corridas analizadas del periodo **LHC10e21** son (74/74 ~ 100%):

corrida	num ev.	analizado	corrida	num ev.	analizado	corrida	num ev.	analizado	corrida	num ev.	analizado	corrida	num ev.	analizado
130356	190400	1	130620	101600	77/79	130354	19200	9/9	129960	84000	66/67	129641	149600	56/56
130848	236400	58/58	130608	64800	54/55	130343	153600	37/39	129959	58000	50/51	129639	14400	8/9
130847	72400	22/30	130601	211200	100/101	130342	36400	19/20	129744	86000	55/58	129599	42800	23/23
130844	530000	49/62	130526	138000	84/85	130179	40800	75/75	129742	84400	42/43	129536	175600	55/55
130842	111600	36/45	130524	266000	63/64	130178	286000	89/89	129738	116000	73/76	128913	97600	62/63
130840	63600	23/29	130520	484400	86/86	130172	106400	67/67	129736	180400	88/91	128778	110800	65/67
130834	124400	46/56	130519	448800	119/119	130158	271200	94/94	129735	171200	81/91	128263	18000	128263
130799	168000	27/37	130517	636000	107/109	130157	284000	103/103	129729	119600	77/80	127940	17200	19/19
130798	44400	40/53	130481	167200	64/64	130151	211200	84/84	129726	82400	71/73	127930	20400	26/27
130795	1106400	70/70	130480	293600	75/75	130149	256000	79/80	129725	29200	35/38	127819	30400	36/37
130793	202000	112/113	130479	24800	29/30	129983	494000	121/124	129723	30800	31/34	127814	133200	78/78
130704	271600	40/40	130375	279600	99/101	129966	332800	106/111	129667	239200	98/99	127730	115600	69/70
130696	179600	59/59	130360	76000	78/82	129962	136400	70/70	129666	100400	57/59	127729	512800	100/101
130628	194400	79/82	130358	425600	46/47	129961	465600	144/145	129659	46400	44/46	127724	299600	72/72
130623	267200	79/82							129654	752800	138/147	127719	322400	71/76
130621	223600	101/105												

[**]http://alimonitor.cern.ch/job_events.jsp?timesel=0&filter_obtype=pp%2C+Phojet%2C+0.5T%2C+7+TeV%2C+LHC10e+anchor+runs+%2810%25+statistics%29%2C+ID+%23234
http://alimonitor.cern.ch/raw/raw_details.jsp?timesel=0&filter_jobtype=LHC+period+LHC10e+-+Pass2

más corridas MC en MonALISA del periodo LHC10e20

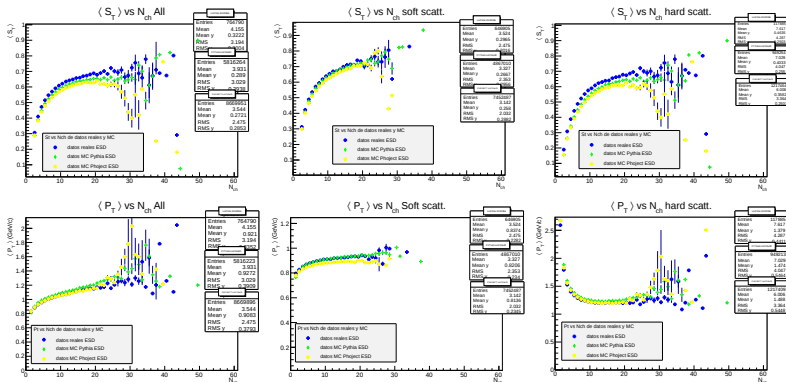
Como se ve la estadística del MC es pobre por lo que hay que aumentarla. Para **Pythia** las corridas analizadas del periodo **LHC10e20** son (74/74 ~ 100%):

corrida	num ev.	analizado	corrida	num ev.	analizado	corrida	num ev.	analizado	corrida	num ev.	analizado	corrida	num ev.	analizado
130356	185600	56/57	130620	87200	57/58	130354	19200	10/11	129960	96800	64/64	129641	145600	58/59
130848	236000	65/65	130608	60800	53/53	130343	147600	66/68	129959	69600	43/43	129639	14400	15/15
130847	72000	43/44	130601	170800	80/82	130342	35600	24/25	129744	89200	61/61	129599	40400	36/36
130844	529200	95/96	130526	130000	76/76	130179	40400	26/28	129742	84400	60/60	129536	170000	62/62
130842	111200	60/60	130524	237200	93/93	130178	252000	104/106	129738	120800	66/66	128913	93200	54/54
130840	68800	39/40	130520	426800	120/121	130172	98000	70/70	129736	182000	68/69	128778	102800	59/60
130834	117200	47/47	130519	396800	112/115	130158	255600	88/88	129735	173600	64/64	128263	17600	15/15
130799	154000	64/65	130517	584400	153/156	130157	281200	88/89	129729	122400	55/55	127940	16400	24/24
130798	41200	27/27	130481	164400	75/76	130151	212800	45/45	129726	87200	33/33	127930	20400	20/20
130795	1099600	121/125	130480	243600	60/62	130149	255200	73/74	129725	30000	22/22	127819	28800	33/33
130793	200800	52/52	130479	25200	23/23	129983	490000	115/115	129723	30800	18/18	127814	128000	63/63
130704	262400	60/60	130375	285200	54/54	129966	354400	99/100	129667	238400	85/87	127730	114000	71/71
130696	181200	53/53	130360	76400	26/28	129962	152400	72/74	129666	98000	57/58	127729	500400	104/105
130628	190000	74/74	130358	430000	93/96	129961	513200	132/1	129659	46400	36/36	127724	290000	86/86
130623	237600	86/87							129654	749600	105/106	127719	310400	83/84
130621	204000	76/76												

[**]http://alimonitor.cern.ch/job_events.jsp?timesel=0filter_jobtype=pp%2C+Pythia%2C+0.5T%2C+7+TeV%2C-

con el merge

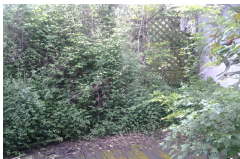
Con lo que se analizó podemos observar que aumenta estadística para P_t vs N_{ch} y S_t vs N_{ch} .
 aparecen datos MC para altas multiplicidades. Solución me aumentaron cuotas a 1500.



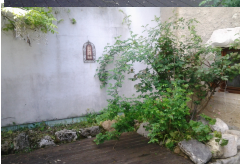
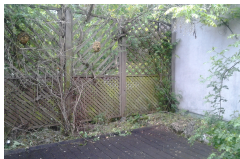
Conclusiones

- Se obtuvo distribuciones de probabilidades para esfericidades en bins de multiplicidad. Se obtuvo el revelado para la distribución de probabilidad de esfericidad para $N_{ch}=16$.
Falta obtener el revelado para la distribución de probabilidad de esfericidad para los demás bins de multiplicidad.
- Se obtuvo plot de P_t vs N_{ch} para todas las corridas de MC (Phoject y Pythia).

ANTES



DESPUES



Bibliography



F. Carminati et. al., J. Phys. G30 (2004)..



Y. L. Dokshitzer, V. Khoze, A. Mueller, and S. Troyan, Basics of Perturbative QCD, Editions Fronti'eres, (1991).



S. Albino, Rev. Mod. Phys, 82 (2010).



A. Ortíz Velasquez, Measurement of the transverse Sphericity in Minimum Bias proton- proton collisions at $\sqrt{s}=0.9, 2.76$ y 7 TeV with ALICE at the LHC. 2011.



http://cepa.fnal.gov/psm/simulation/mcgen/lund/pythia_manual/pythia6.3/pythia6301/node214.htm :

[http : // cepa.fnal.gov / psm / simulation / mcgen / lund / pythia_manual / pythia6.3 / pythia6301 / node213.htm](http://cepa.fnal.gov/psm/simulation/mcgen/lund/pythia_manual/pythia6.3/pythia6301/node213.htm)



<http://pythia6.hepforge.org/>