

Misure grezze (= data log = presa dei dati)

Caduta vert di un grave. Convalidare legge  $2t4s \quad \frac{1}{2} t \quad \frac{1}{4} s,$   
 $s = \frac{1}{2}at^2 \quad v = at$ , se  $v_0=0$ .

2C 11-10-2013 2D 18-10

Misure in cm e cs

RIPETIZIONI IN COLONNA

Rp	Spostamenti					Spostamenti * 4				
	40	42	44	46	50	160	168	176	184	200
Durate										
1	28	28	30	30	33	56	63	60	60	63
2	28	29	31	30	31	56	58	61	61	65
3	28	32	29	30	32	56	58	60	61	67
4	28	29	29	34	32	56	58	60	63	63
5	28	33	30	30	34	57	59	60	61	65

Gli spostamenti sono stati scelti \*4 per verificare:  
 moltiplicando lo spazio percorso \*4, il tempo di percorrenza si moltiplica \*2..

In generale:

Moltiplicando lo spazio percorso \*m, il tempo di  
 percorrenza si moltiplica  $\sqrt{m}$ .

Esempio di altra disposizione dei dati. RIPETIZIONI IN RIGA.

	DURATE					
S P O S T A M E N T I	40	28	28	28	28	28
	42	28	29	32	29	33
	44	30	31	29	29	30
	46	30	30	30	34	30
	50	33	31	32	32	34
	120	49	50	50	51	50
126	51	51	50	51	51	
132	52	52	51	52	52	
138	53	52	52	52	52	
144	54	54	54	54	54	
150	55	55	56	56	55	
160	56	56	56	56	57	
169	63	58	58	58	59	
176	60	61	60	60	60	
184	60	61	61	63	61	
200	63	65	67	63	65	

## Elaboraz statistica per la miglior stima di misura.

N spazi	Ripetizioni tempi caduta.					Misure in cm e cs				
	1	2	3	4	5	Media	Max	Min	sDisp	
1	40	28	28	28	28	28	28	28	0	
2	42	28	29	29	32	33	30,2	33	28	2,5
3	44	29	29	30	30	31	29,8	31	29	1
4	46	30	30	30	30	34	30,8	34	30	2
5	50	31	32	32	33	34	32,4	34	31	1,5
6	120	49	50	50	50	51	50	51	49	1
7	126	50	51	51	51	51	50,8	51	50	0,5
8	132	51	52	52	52	52	51,8	52	51	0,5
9	138	52	52	52	52	53	52,2	53	52	0,5
10	144	54	54	54	54	54	54	54	54	0
11	150	55	55	55	56	56	55,4	56	55	0,5
12	160	56	56	56	56	57	56,2	57	56	0,5

**Ordinare** i valori, per rendere possibile una lettura-valutazione ad occhio, e non solo informatica.

“**Fuori statistica**”:

) Dispersione troppo ampia, di una serie rispetto alle altre.

) Irregolarita'. Qui i tempi di caduta aumentano all'aumentare dello spazio percorso, invece in colonna 4 e 5 vi sono inversioni.

Ho segnalato colorando, i numeri che sembrano “fuori statistica”, che suggeriscono una correzione dei dati.

Per una valutazione piu' approfondita della bonta' dei dati, occorre un modello teorico che i dati devono seguire

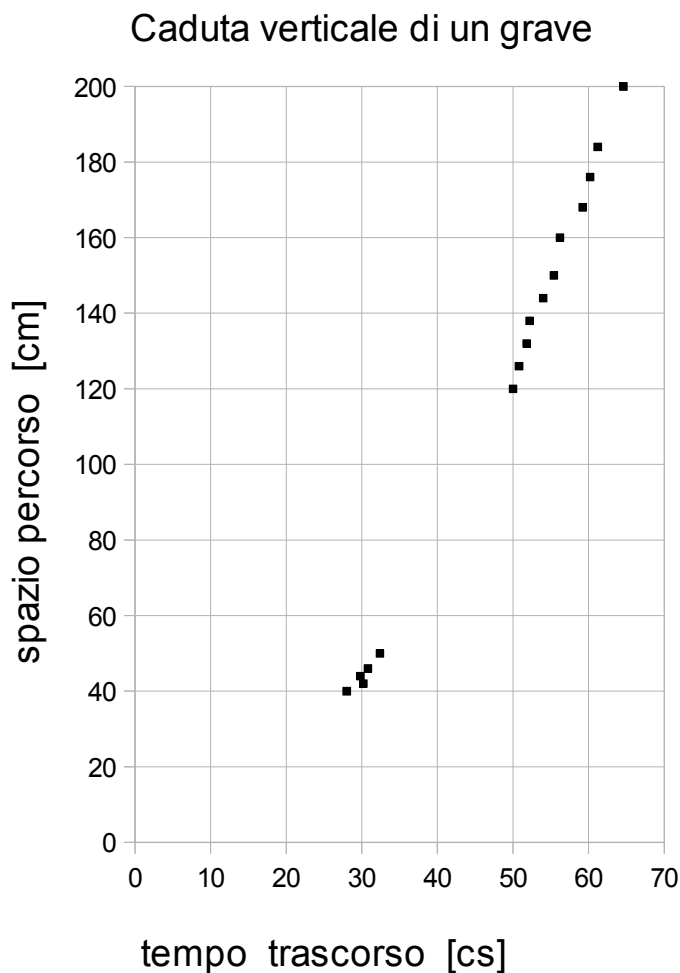
Avendo 5 nr di cui far la media, siccome si divide per 5, il risultato ha un nr finito di decimali. In questo caso capita max 1 solo decimale.

## Funzione $s = f(t)$ e grafico cartesiano. Solo punti.

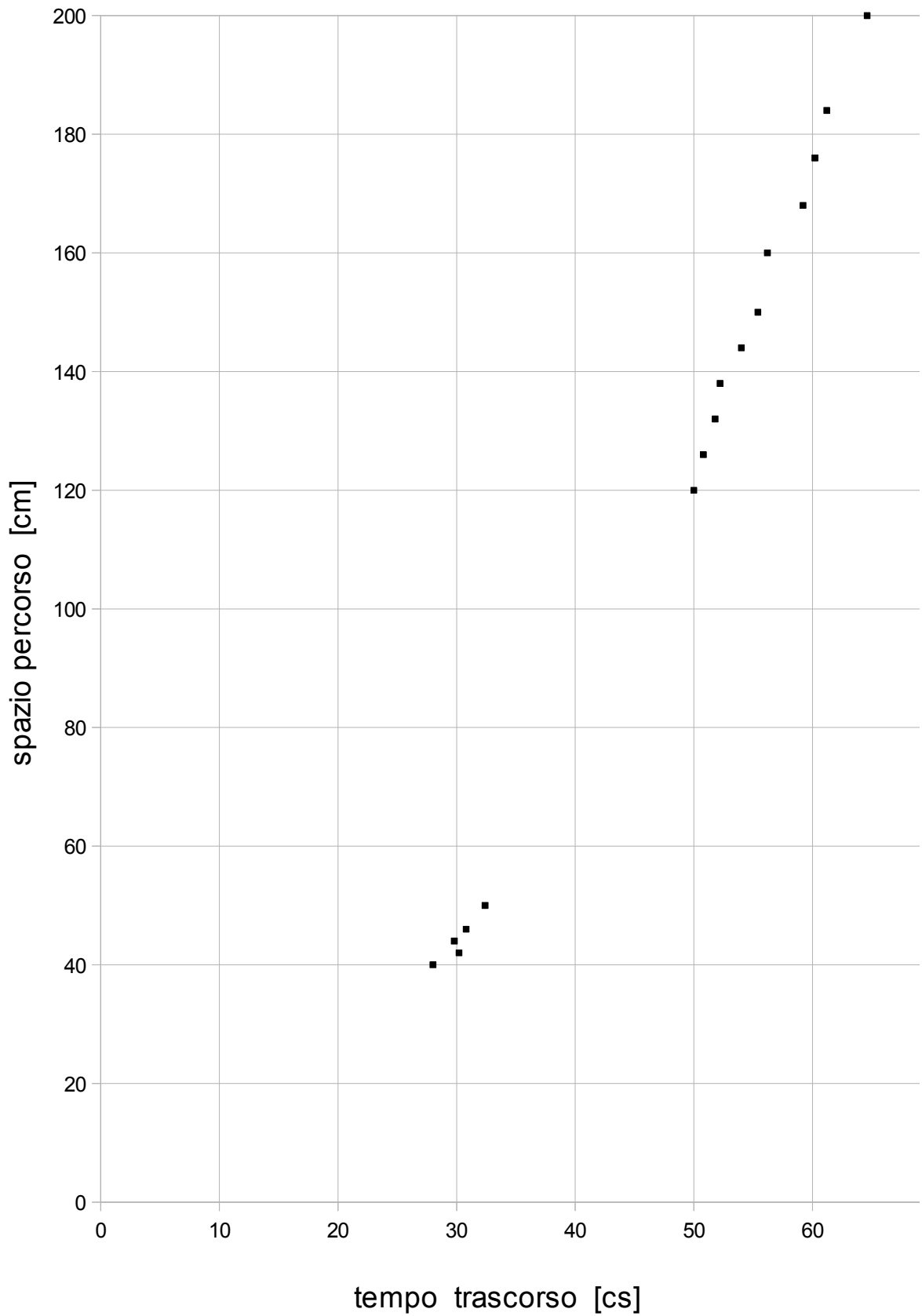
Il modo piu' comodo per costruire la funzione  $s=f(t)$  e' prendere come tempo di percorrenza il tempo medio, cioe' la media dei tempi di percorrenza.

N	t	s
1	28	40
2	30,2	42
3	29,8	44
4	30,8	46
5	32,4	50
6	50	120
7	50,8	126
8	51,8	132
9	52,2	138
10	54	144
11	55,4	150
12	56,2	160
13	59,2	168
14	60,2	176
15	61,2	184
16	64,6	200
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		

Il grafico risulta poco significativo, poiche' i punti sono 16 sufficienti, ma in pratica riuniti in solo 3 punti-gruppi.



# Caduta verticale di un grave





## Funzione $s = f(t)$ . Nostra vs professionale.

9,81 0,098 acceleraz [cm/cs<sup>2</sup>]

Ideale-professionale

N	t	sp	t tB/tA	Δ%
1	28	40	28,557	-2,0
2	30,2	42	29,262	3,2
3	29,8	44	29,951	-0,5
4	30,8	46	30,624	0,6
5	32,4	50	31,928	1,5
6	50	120	49,462 1,732	1,1
7	50,8	126	50,683 1,732	0,2
8	51,8	132	51,876 1,732	-0,1
9	52,2	138	53,042 1,732	-1,6
10	54	144	54,183	-0,3
11	55,4	150	55,3 1,732	0,2
12	56,2	160	57,114 2	-1,6
13	59,2	168	58,524 2	1,2
14	60,2	176	59,901 2	0,5
15	61,2	184	61,248 2	-0,1
16	64,6	200	63,855 2	1,2
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

L'errore del -2% alla misura del tempo per i 40 cm e' inevitabile, poiche' ...

Anche senza errori aggiunti, il 28,56... e' misurato 28.

Così anche i 41 cm che hanno un tempo professionale di 28,91... sarebbero misurati con un tempo di 28 dal cronometro centesimale, con un errore che arriva al 3%.

L'errore del 3,2% alla riga 2, si riduce molto se nel foglio F2 eliminiamo il "fuori statistica" 33 riga 2

n

o

n

el

.

# Grafico cartesiano funzione $s = f(t)$ . Nostra e professionale.

ideale  
graficRosso

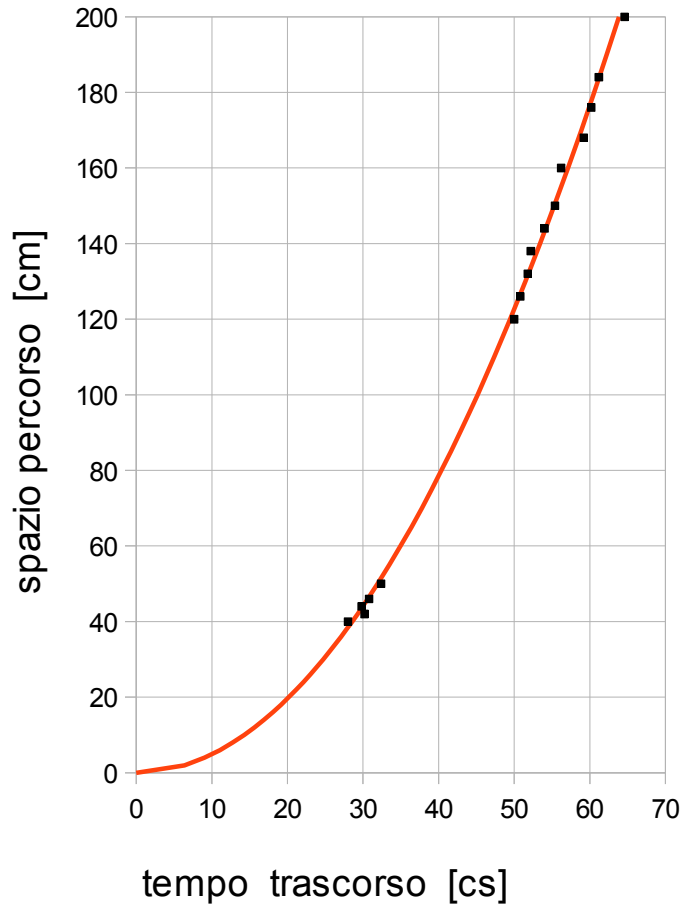
9,81 0,098 acceleraz [cm/cs<sup>2</sup>]

N	t	sp	t	sp
1	28	40	0	0
2	30,2	42	6,386	2
3	29,8	44	9,03	4
4	30,8	46	11,06	6
5	32,4	50	12,77	8
6	50	120	14,28	10
7	50,8	126	15,64	12
8	51,8	132	16,89	14
9	52,2	138	18,06	16
10	54	144	19,16	18
11	55,4	150	20,19	20
12	56,2	160	21,18	22
13	59,2	168	22,12	24
14	60,2	176	23	26
15	61,2	184	23,89	28
16	64,6	200	24,73	30
17			25,54	32
18			26,33	34
19			27,09	36
20			27,83	38
21			28,56	40
22			29,26	42
23			30	44
24			30,62	46
25			31,28	48
26			31,93	50
27			33,49	55
28			35	60
29			36,4	65
30			37,78	70
31			39,1	75
32			40,39	80
33			41,63	85
34			42,84	90
35			44	95
36			45,15	100
37			47,36	110
38			49,46	120
39			51,48	130
40			53,42	140
41			55,3	150
42			57,11	160
43			58,87	170
44			60,58	180
45			62,24	190
46			63,86	200
47				
48				
49				
50				

MAK  $v_0 = 0$

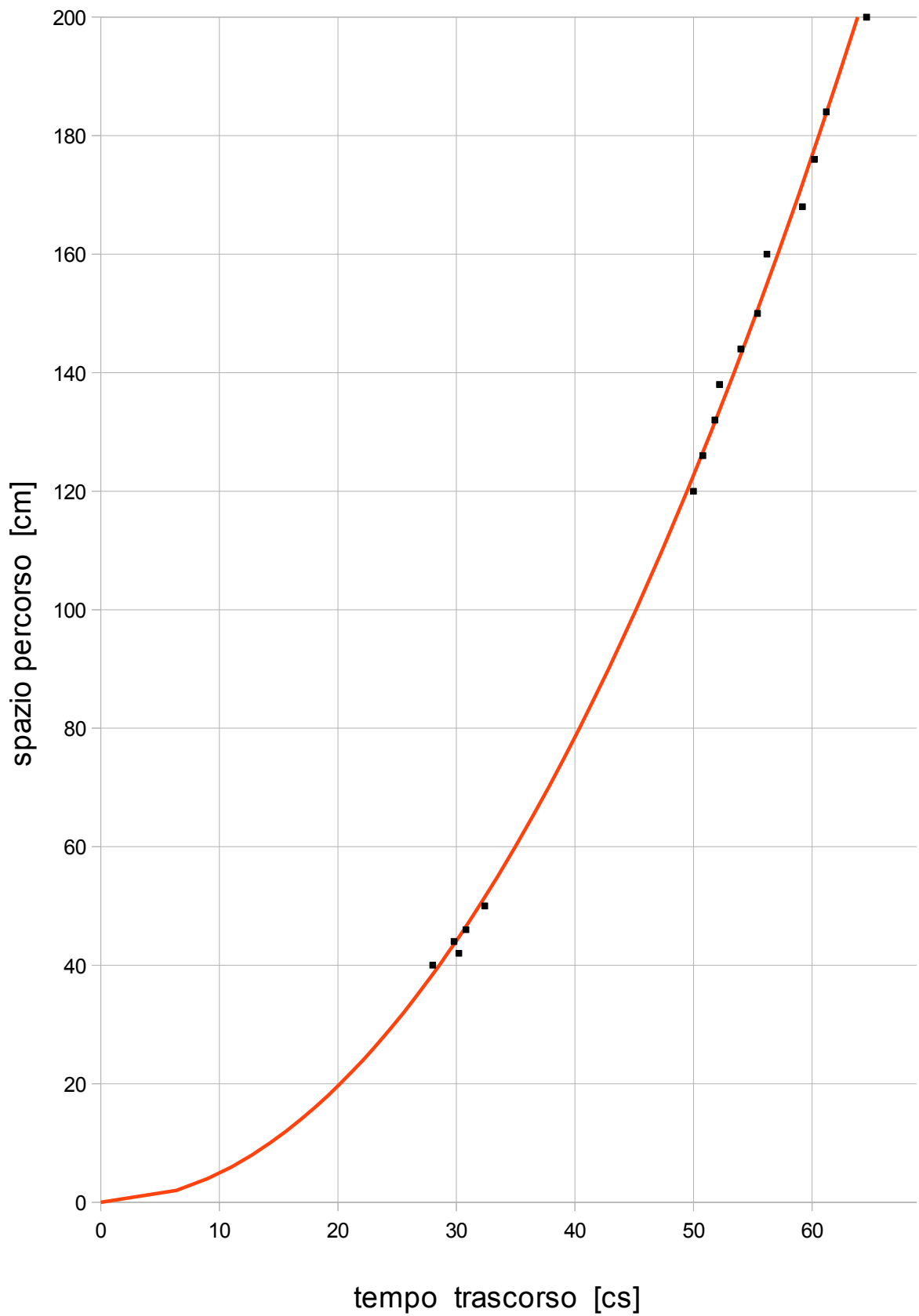
$$s = \frac{1}{2}at^2 \quad t = \sqrt{(2s/a)}$$

Caduta verticale di un grave





# Caduta verticale di un grave





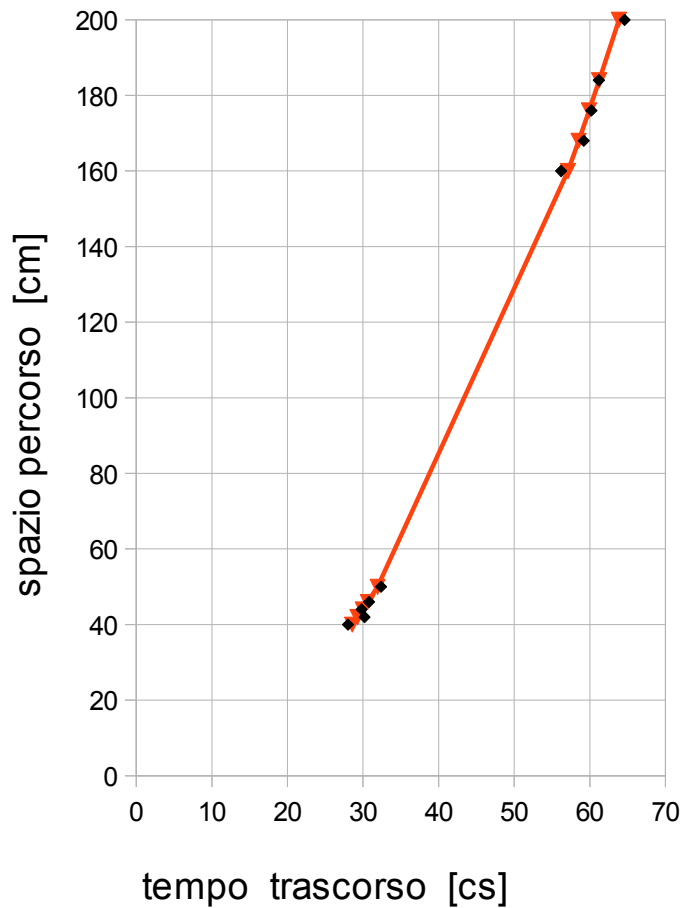
# Grafico cartesiano funzione $s = f(t)$ . Nostra e professionale.

ideale 9,81 0,098 acceleraz [cm/cs<sup>2</sup>]  
 graficRosso

N	t	sp	t
1	28	40	28,56
2	30,2	42	29,26
3	29,8	44	30
4	30,8	46	30,62
5	32,4	50	31,93
6	56,2	160	57,11
7	59,2	168	58,52
8	60,2	176	59,9
9	61,2	184	61,25
10	64,6	200	63,86

Il grafico, a causa della distribuzione di punti che abbiamo, e' poco significativo anche se si usano i valori professionali.

Caduta verticale di un grave



- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50

Convalidare legge  $2t4s \frac{1}{2} t \frac{1}{4} s$ , se  $v_0=0$ .

N	spazi	t medios	B/sA	tB/tA	Ideale	$\Delta\%$
1	40	28				
2	42	30,2				
3	44	29,8				
4	46	30,8				
5	50	32,4				
	120	50	3	1,7857	1,7321	3,1
	126	50,8	3	1,6821	1,7321	-2,9
	132	51,8	3	1,7383	1,7321	0,4
	138	52,2	3	1,6948	1,7321	-2,2
	144	54			0	###
	150	55,4	3	1,7099	1,7321	-1,3
6	160	56,2	4	2,0071	2	0,4
7	168	59,2	4	1,9603	2	-2,0
8	176	60,2	4	2,0201	2	1,0
9	184	61,2	4	1,987	2	-0,6
10	200	64,6	4	1,9938	2	-0,309

Il modo piu' comodo e' prendere come tempo di percorrenza il tempo medio, cioe' la media dei tempi di percorrenza.

Pero' statisticamente ha senso anche combinare ogni singolo tempo del percorso lungo  $s*4$  con ogni singolo tempo del percorso corto s.

I risultati sono diversi, ma in modo trascurabile.

#### Commento risultati

Peggioro: n. 7 in coppia col 2. Se pero' si va nel F2 e si cancella la ripetizione "fuor statistica" n.5 della serie 2, si migliora molto: da -2,0 a 0,3

Convalidare legge  $2t^4s \quad \frac{1}{2} t \quad \frac{1}{4} s$ , se  $v_0=0$ .

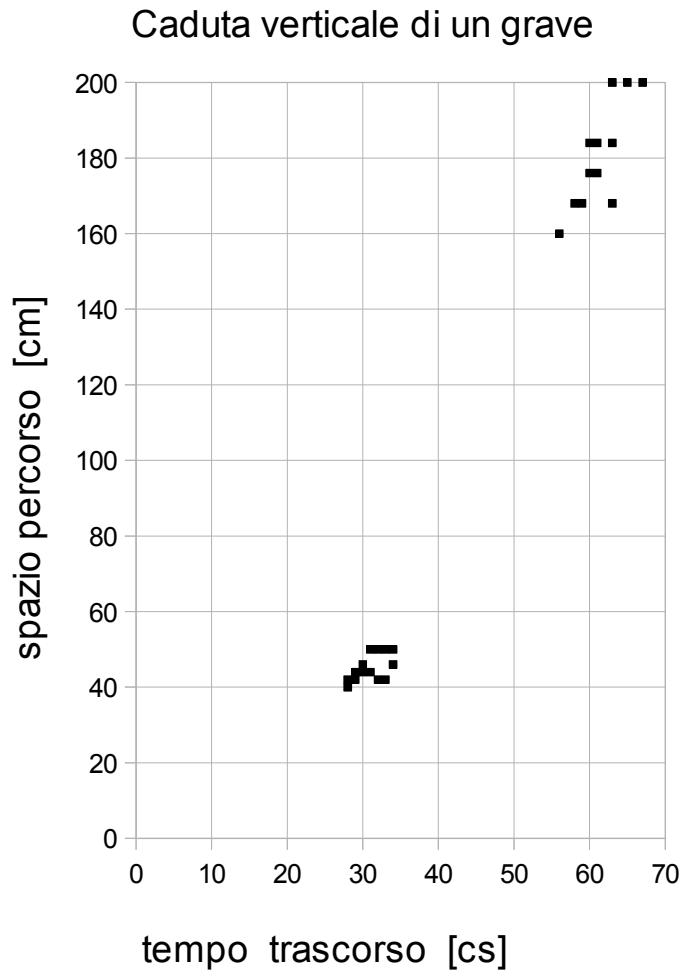
Statisticamente hanno senso tutte le combinazioni

Facciamo solo 1 esempio.

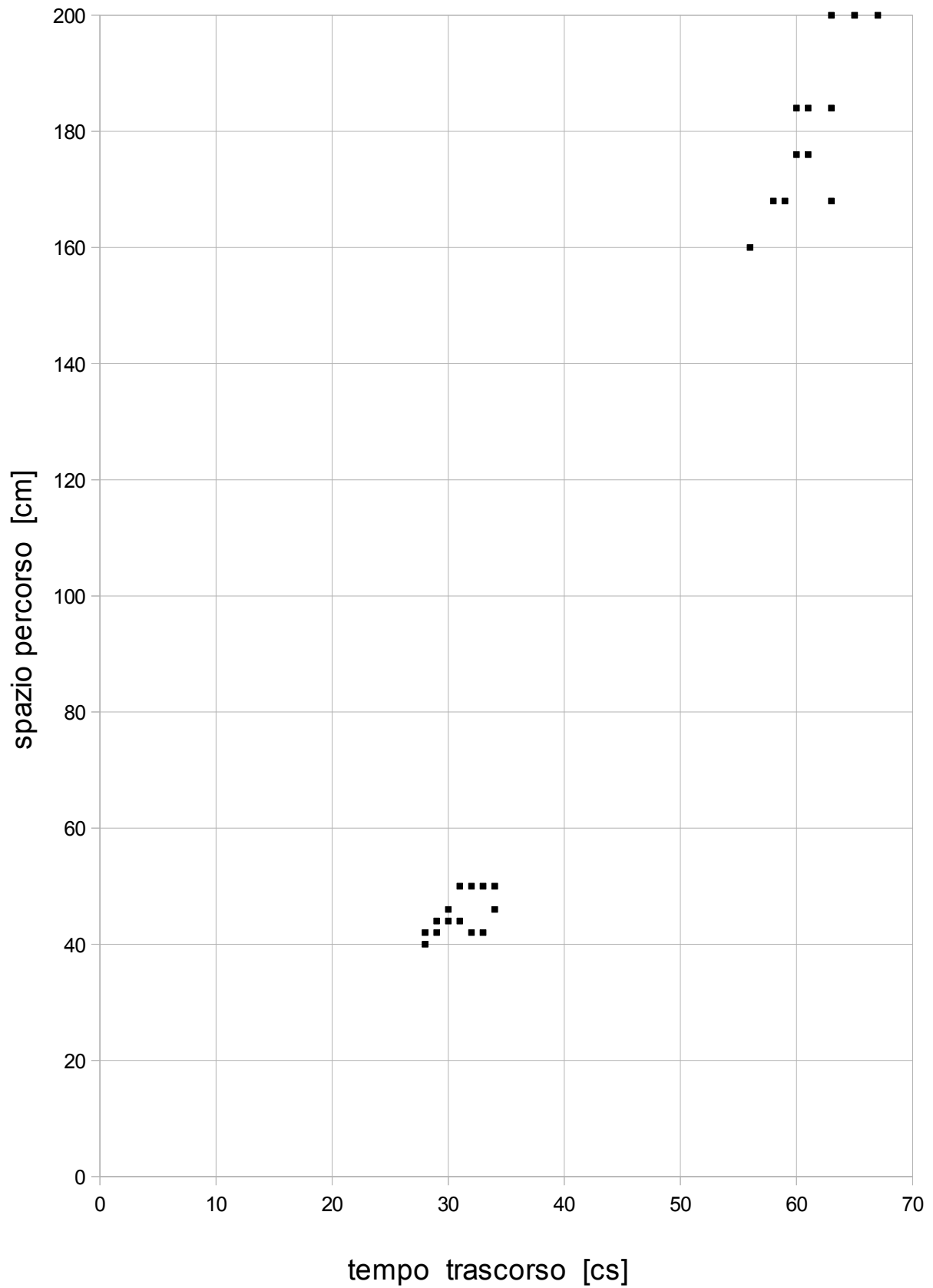
spazio	Ripetizioni tempi caduta.							
50	31	32	32	33	34			
200	63	63	65	65	67			
	31	32	32	33	34			
63	2,0323	1,9688	1,9688	1,9091	1,8529	Media Ideale	2	$\Delta\%$
63	2,0323	1,9688	1,9688	1,9091	1,8529	1,9958		-0,211
65	2,0968	2,0313	2,0313	1,9697	1,9118	Confronto col sistema semplice		
65	2,0968	2,0313	2,0313	1,9697	1,9118	sempliccomple:		$\Delta\%$
67	2,1613	2,0938	2,0938	2,0303	1,9706	1,9938	1,9958	-0,098

Grafico cartesiano relazione  $s = f(t)$  . Solo punti.

N	t	s
1	28	40
2	28	40
3	28	40
4	28	40
5	28	40
6	28	42
7	29	42
8	29	42
9	32	42
10	33	42
11	29	44
12	29	44
13	30	44
14	30	44
15	31	44
16	30	46
17	30	46
18	30	46
19	30	46
20	34	46
21	31	50
22	32	50
23	32	50
24	33	50
25	34	50
26	56	160
27	56	160
28	56	160
29	56	160
30	56	160
31	58	168
32	58	168
33	58	168
34	59	168
35	63	168
36	60	176
37	60	176
38	60	176
39	60	176
40	61	176
41	60	184
42	61	184
43	61	184
44	61	184
45	63	184
46	63	200
47	63	200
48	65	200
49	65	200
50	67	200



# Caduta verticale di un grave



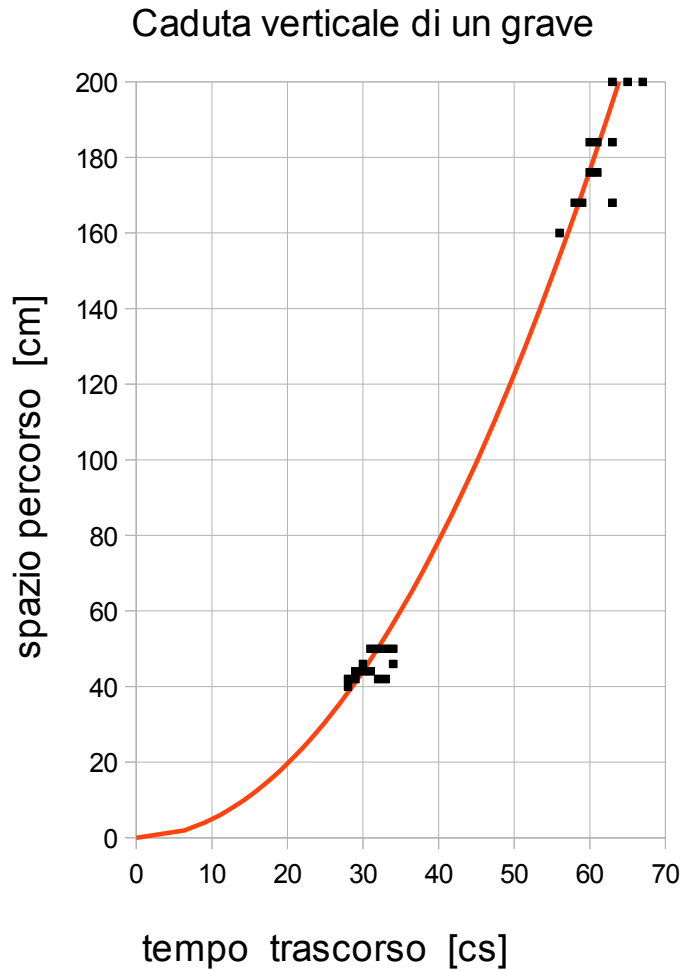
# Grafico cartesiano relazione $s = f(t)$ . Nostra e professionale.

ideale  
graficRosso

N	t	sp	t	sp
---	---	----	---	----

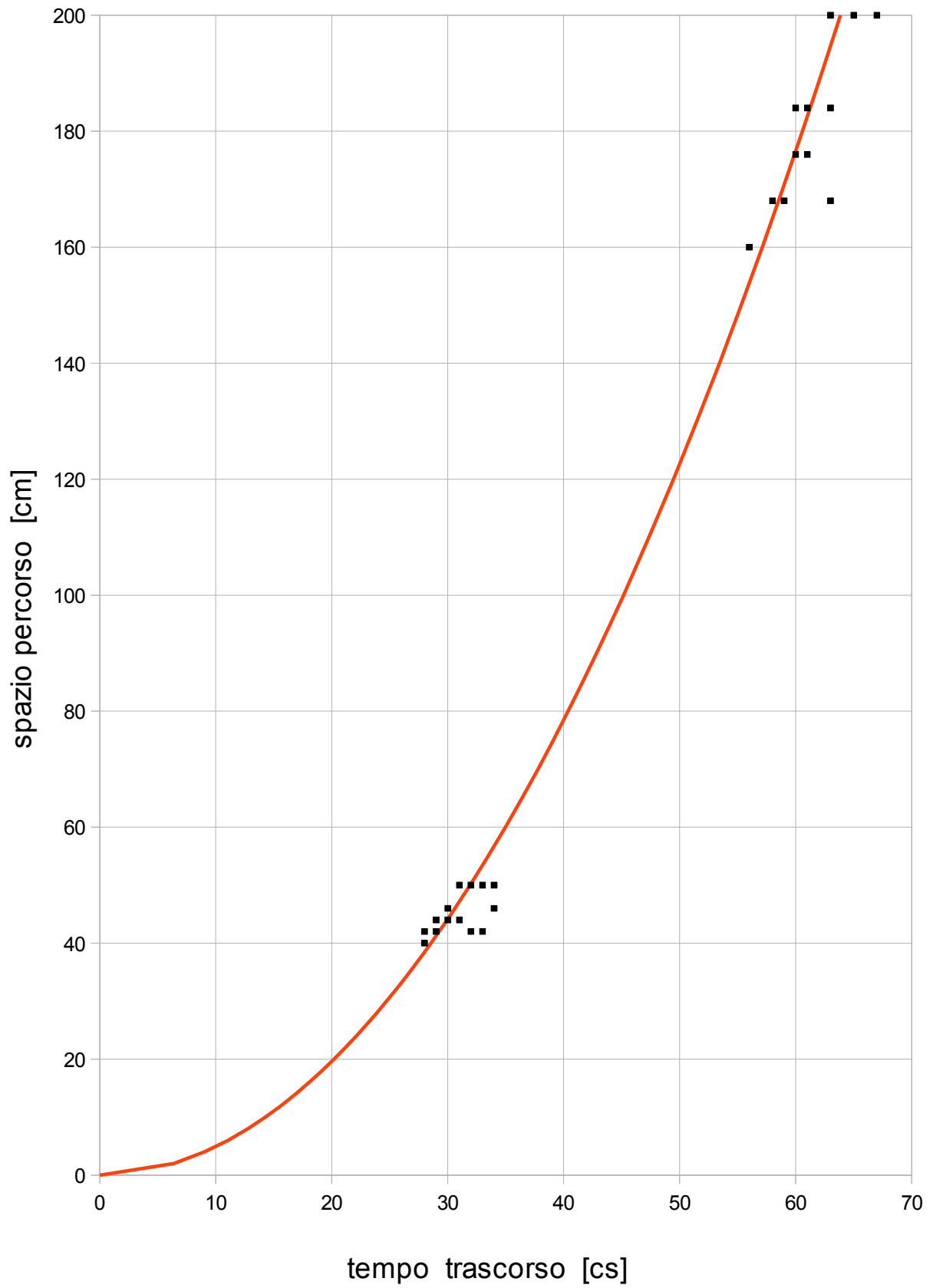
9,81 0,098 acceleraz [cm/cs<sup>2</sup>]

N	t	sp	t	sp
1	28	40	0	0
2	28	40	6,386	2
3	28	40	9,03	4
4	28	40	11,06	6
5	28	40	12,77	8
6	28	42	14,28	10
7	29	42	15,64	12
8	29	42	16,89	14
9	32	42	18,06	16
10	33	42	19,16	18
11	29	44	20,19	20
12	29	44	21,18	22
13	30	44	22,12	24
14	30	44	23	26
15	31	44	23,89	28
16	30	46	24,73	30
17	30	46	25,54	32
18	30	46	26,33	34
19	30	46	27,09	36
20	34	46	27,83	38
21	31	50	28,56	40
22	32	50	29,26	42
23	32	50	30	44
24	33	50	30,62	46
25	34	50	31,28	48
26	56	160	31,93	50
27	56	160	33,49	55
28	56	160	35	60
29	56	160	36,4	65
30	56	160	37,78	70
31	58	168	39,1	75
32	58	168	40,39	80
33	58	168	41,63	85
34	59	168	42,84	90
35	63	168	44	95
36	60	176	45,15	100
37	60	176	47,36	110
38	60	176	49,46	120
39	60	176	51,48	130
40	61	176	53,42	140
41	60	184	55,3	150
42	61	184	57,11	160
43	61	184	58,87	170
44	61	184	60,58	180
45	63	184	62,24	190
46	63	200	63,86	200
47	63	200		
48	65	200		
49	65	200		
50	67	200		





# Caduta verticale di un grave



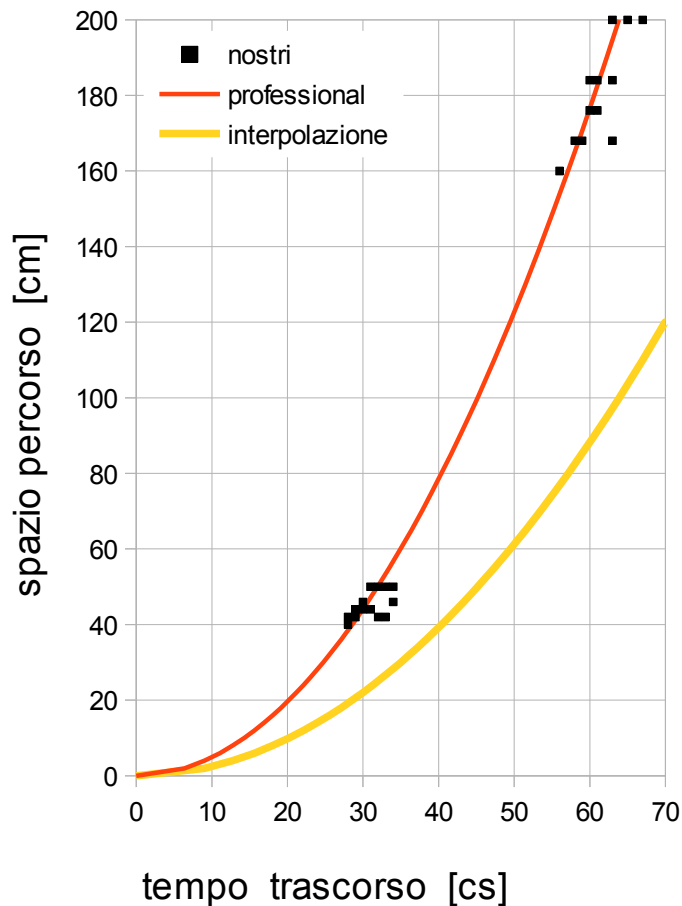
# Grafico cartesiano relazione $s = f(t)$ . Interpolazione.

N	nostri		professional graficRosso		Interpolazione disegn		
	t	s	t	s	t	$\Delta^2$	t
1	28	40	0	0	40,41	153,91	0
2	28	40	6,386	2	40,41	153,91	9,035
3	28	40	9,03	4	40,41	153,	
4	28	40	11,06	6	40,41	153,	
5	28	40	12,77	8	40,41	153,	
6	28	42	14,28	10	41,4	179,	
7	29	42	15,64	12	41,4	153,	
8	29	42	16,89	14	41,4	153,	
9	32	42	18,06	16	41,4	88,4	
10	33	42	19,16	18	41,4	70,6	
11	29	44	20,19	20	42,38	1	
12	29	44	21,18	22	42,38	1	
13	30	44	22,12	24	42,38	153,	
14	30	44	23	26	42,38	153,	
15	31	44	23,89	28	42,38	129,	
16	30	46	24,73	30	43,33	177,	
17	30	46	25,54	32	43,33	177,	
18	30	46	26,33	34	43,33	177,	
19	30	46	27,09	36	43,33	177,	
20	34	46	27,83	38	43,33	87,0	
21	31	50	28,56	40	45,18	200,	
22	32	50	29,26	42	45,18	173,	
23	32	50	30	44	45,18	173,	
24	33	50	30,62	46	45,18	148,	
25	34	50	31,28	48	45,18	124,	
26	56	160	31,93	50	80,81	615,	
27	56	160	33,49	55	80,81	615,	
28	56	160	35	60	80,81	615,	
29	56	160	36,4	65	80,81	615,	
30	56	160	37,78	70	80,81	615,	
31	58	168	39,1	75	82,81	615,	
32	58	168	40,39	80	82,81	615,	
33	58	168	41,63	85	82,81	615,	
34	59	168	42,84	90	82,81	566,81	60,61
35	63	168	44	95	82,81	392,35	62,27
36	60	176	45,15	100	84,76	612,89	63,89
37	60	176	47,36	110	84,76	612,89	67,01
38	60	176	49,46	120	84,76	612,89	69,99
39	60	176	51,48	130	84,76	612,89	72,84
40	61	176	53,42	140	84,76	564,37	75,59
41	60	184	55,3	150	86,66	710,83	78,25
42	61	184	57,11	160	86,66	658,51	80,81
43	61	184	58,87	170	86,66	658,51	83,3
44	61	184	60,58	180	86,66	658,51	85,71
45	63	184	62,24	190	86,66	559,86	88,06
46	63	200	63,86	200	90,35	748,07	90,35
47	63	200			90,35	748,07	
48	65	200			90,35	642,66	
49	65	200			90,35	642,66	
50	67	200			90,35	545,26	

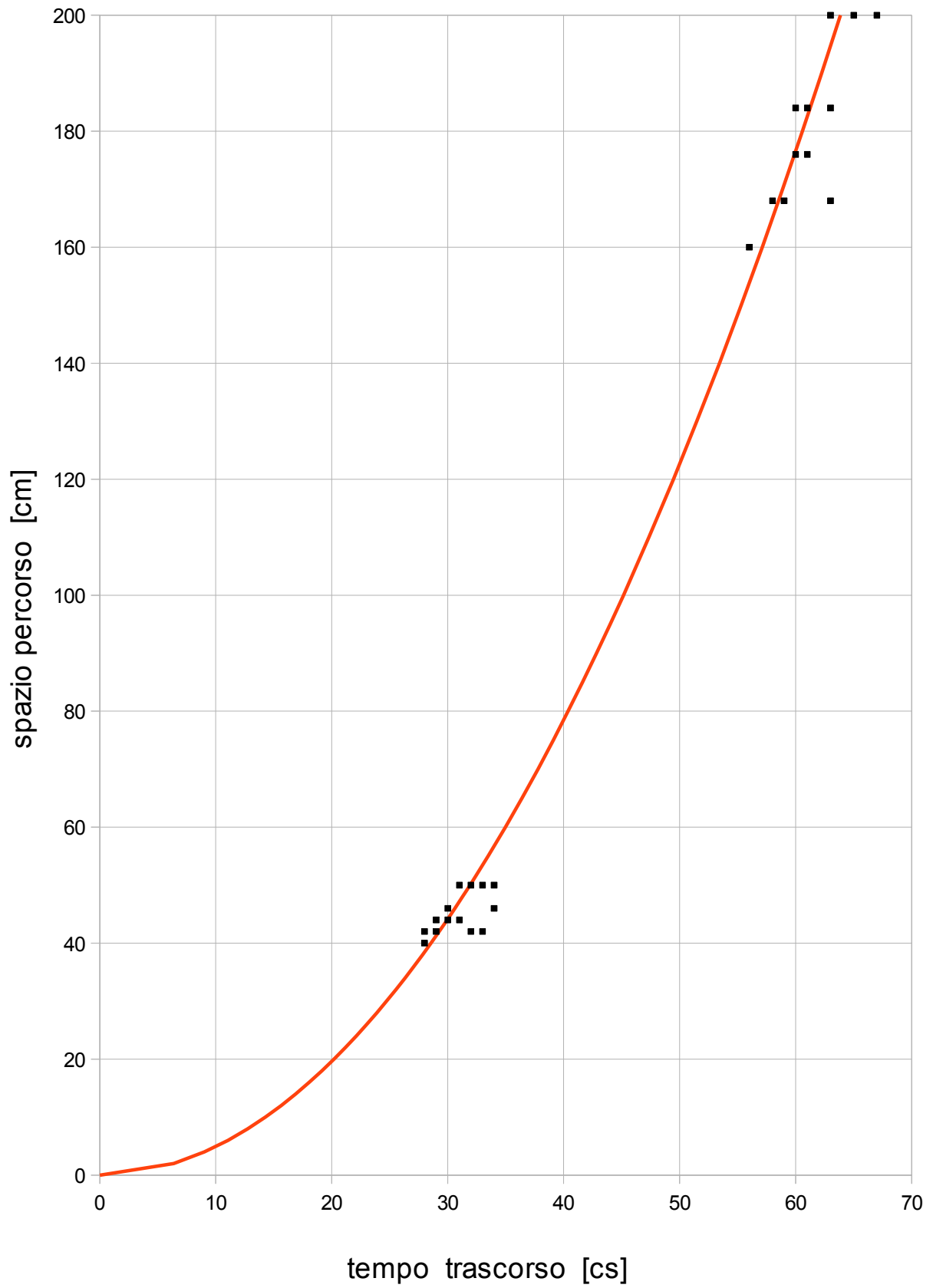
9,81 0,0981 acceleraz gravità prof [cm/cs^2]  
 4,9 0,049 interpolazione  
 386  $\Delta^2$  medio

$MAK v_0 = 0$   
 $s = \frac{1}{2}at^2 \quad t = \sqrt{(2a/t)}$

Caduta verticale di un grave



# Caduta verticale di un grave



## Caduta vert di un grave. Velocita'.

Il modo piu' comodo per costruire la funzione  $v = f(t)$  e' ricavarda dalla funzione  $s = f(t)$ .. Pero' statisticamente ha senso anche combinare lo spazio percorso con ogni singolo tempo di percorrenza. I risultati sono diversi, ma in modo trascurabile.

N	s	t	Ripetizioni ms tempi					Velocita' ricavate dai singoli tempi
			1	2	3	4	5	
	0	0						
1	40	28	28	28	28	28	28	1,429 1,429 1,429 1,429 1,429
2	42	30,2	28	29	29	32	33	1,5 1,448 1,448 1,313 1,273
3	44	29,8	29	29	30	30	31	1,517 1,517 1,467 1,467 1,419
4	46	30,8	30	30	30	30	34	1,533 1,533 1,533 1,533 1,353
5	50	32,4	31	32	32	33	34	1,613 1,563 1,563 1,515 1,471
6	160	56,2	56	56	56	56	57	2,857 2,857 2,857 2,857 2,807
7	168	59,2	58	58	58	59	63	2,897 2,897 2,897 2,847 2,667
8	176	60,2	60	60	60	60	61	2,933 2,933 2,933 2,933 2,885
9	184	61,2	60	61	61	61	63	3,067 3,016 3,016 3,016 2,921
10	200	64,6	63	63	65	65	67	3,175 3,175 3,077 3,077 2,985

$$MAK v_0 = 0$$

$$as = \frac{1}{2}v^2 \quad v = \sqrt{(2as)}$$

$$V_m = \frac{1}{2}v$$

**Inversioni**, coerenti con quelle viste fin dall'inizio sui tempi in F2

N	v=s/t	Media	$\Delta\%$	ideal	$\Delta\%$	g
						0,098
1	1,429	1,429	0	1,401	1,989	
2	1,391	1,396	-0,403	1,435	-3,106	
3	1,477	1,477	-0,063	1,469	0,506	
4	1,494	1,497	-0,25	1,502	-0,572	
5	1,543	1,545	-0,098	1,566	-1,458	
6	2,847	2,847	-0,005	2,801	1,626	
7	2,838	2,841	-0,103	2,871	-1,142	
8	2,924	2,924	0	2,938	-0,496	
9	3,007	3,007	-0,025	3,004	0,078	
10	3,096	3,098	-0,053	3,132	-1,153	

Caduta vert di un grave. Convalidare legge  $v = at$ , se  $v_0=0$ .

	s	t	Misure in cm e cs					nostri v	professional		$\Delta^2$ medio	
			Ordinato i tempi						v	t	$\Delta\%$	$\Delta^2$
			Ripetizioni									
			1	2	3	4	5		v	t		
0	0	0						0	0	0		0
1	40	28	28	28	28	28	28	1,429	1,401	28,557	2,0	0,0008
2	42	30,2	28	29	29	32	33	1,391	1,435	29,262	-3,1	0,002
3	44	29,8	29	29	30	30	31	1,477	1,469	29,951	0,56E-005	
4	46	30,8	30	30	30	30	34	1,494	1,502	30,624	-0,67E-005	
5	50	32,4	31	32	32	33	34	1,543	1,566	31,928	-1,5	0,0005
6	120	50	49	50	50	50	51	2,4	2,426	49,462	-1,1	0,0007
7	126	50,8	50	51	51	51	51	2,48	2,486	50,683	-0,23E-005	
8	132	51,8	51	52	52	52	52	2,548	2,545	51,876	0,11E-005	
9	138	52,2	52	52	52	52	53	2,644	2,602	53,042	1,6	0,0018
10	144	54	54	54	54	54	54	2,667	2,658	54,183	0,38E-005	
11	150	55,4	55	55	55	56	56	2,708	2,712	55,3	-0,2	
12	160	56,2	56	56	56	56	57	2,847	2,801	57,114	1,6	0,0021
13	168	59,2	58	58	58	59	63	2,838	2,871	58,524	-1,1	0,0011
14	176	60,2	60	60	60	60	61	2,924	2,938	59,901	-0,5	0,0002
15	184	61,2	60	61	61	61	63	3,007	3	61,248	0,15E-006	
16	200	64,6	63	63	65	65	67	3,096	3,132	63,855	-1,2	0,0013

