

Curva di raffreddamento di un termometro in aria.

12mar2008

Dati grezzi
frames/s Tamb
15 19

Calcolati

Calcoliamo la sovratemperatura, poiche' e' la causa della variazione di T.
I secondi sono arrotondati interi.

[1] frame	[°C] T
--------------	-----------

[s] t	[°C] T
----------	-----------

sovratemperatura

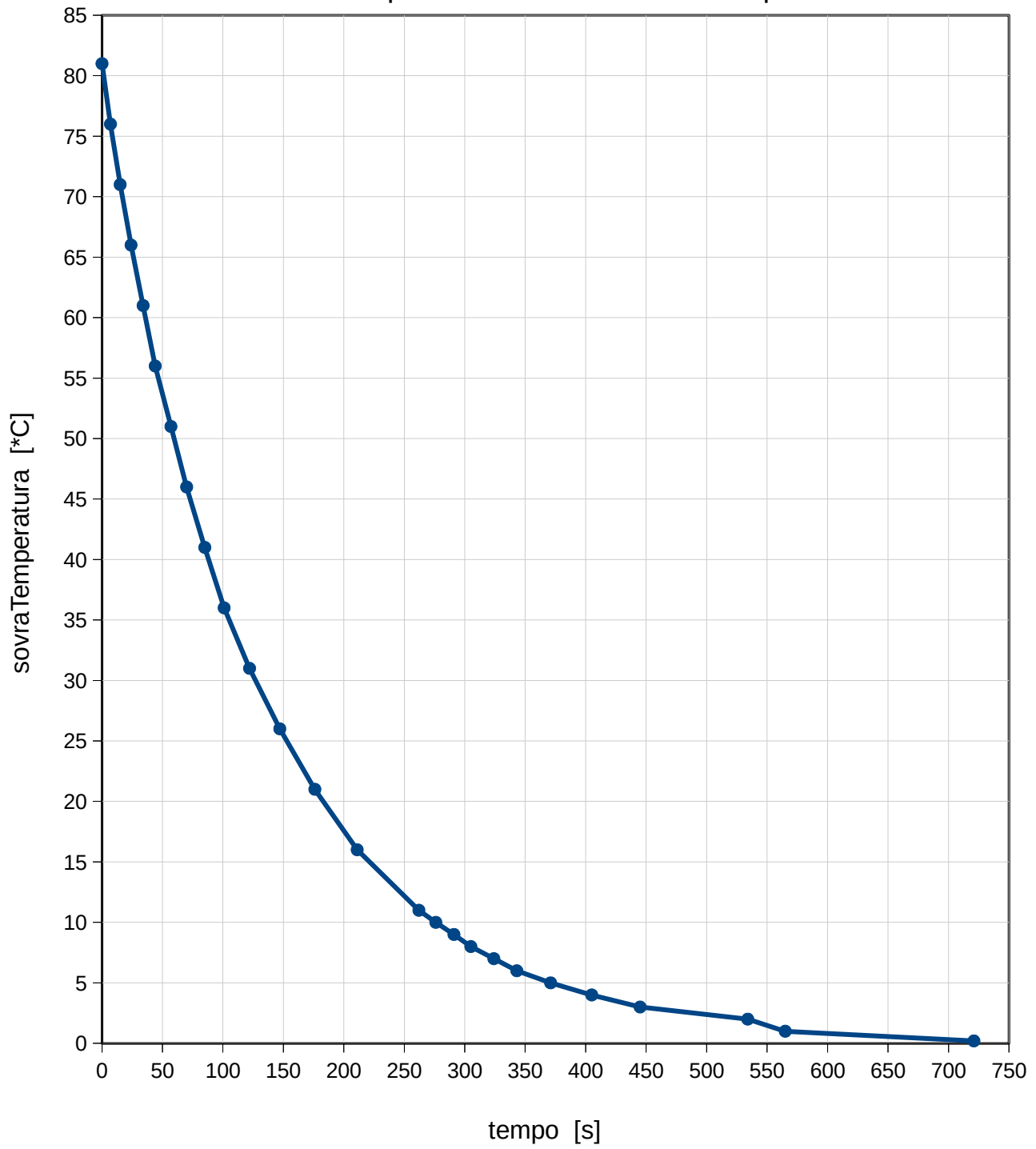
1930	100	0	81
2033	95	7	76
2153	90	15	71
2288	85	24	66
2440	80	34	61
2595	75	44	56
2785	70	57	51
2974	65	70	46
3210	60	85	41
3446	55	101	36
3760	50	122	31
4130	45	147	26
4570	40	176	21
5090	35	211	16
5860	30	262	11
6069	29	276	10
6292	28	291	9
6500	27	305	8
6790	26	324	7
7070	25	343	6
7500	24	371	5
8010	23	405	4
8600	22	445	3
9940	21	534	2
10400	20	565	1
12750	19.2	721	0.2

Termometro: portata 100 °C sensibilita' 1°C.
I dati sono stati ottenuti filmando il raffreddamento del termometro.
15fps 640x480.
Letti usando il programma VirtualDub e anche con l'aiuto di CoolRuler poiche' si vedevano i segni principali di graduazione, ma non i piccoli, poiche' l'immagine e' leggermente sfuocata.
Avevo fissato la distanza focale a 15 cm, e invece la distanza fotografica-oggetto era 20. Lo sfondo lo metterei ancora piu' lontano.

La temperatura ambiente iniziale era 19,0.
Dopo il riscaldamento, e per l'arrivo di studenti, la temperatura finale risultava 19,2.
Quindi la T ambiente non e' rimasta costante durante il flusso di calore; e' variata di 0,2.
Per comodita' di calcolo manuale scelgo Tambiente =19 °C, in modo da avere gradi interi.

Scala
x=t 1cm:50 L=15cm,
1mm:5 per posizionare i secondi vanno arrotondati ai multipli di 5.
y=T 1cm:5 L=17cm,
1mm:0,5 2mm:1 1°C e' rappresentato da 2mm

SovraTemperatura in funzione del tempo



Curva di raffreddamento di un termometro in aria.

Dati grezzi
frames/s Tamb
15 19

Calcolati

Minor grid millimetrica per vedere meglio a occhio:

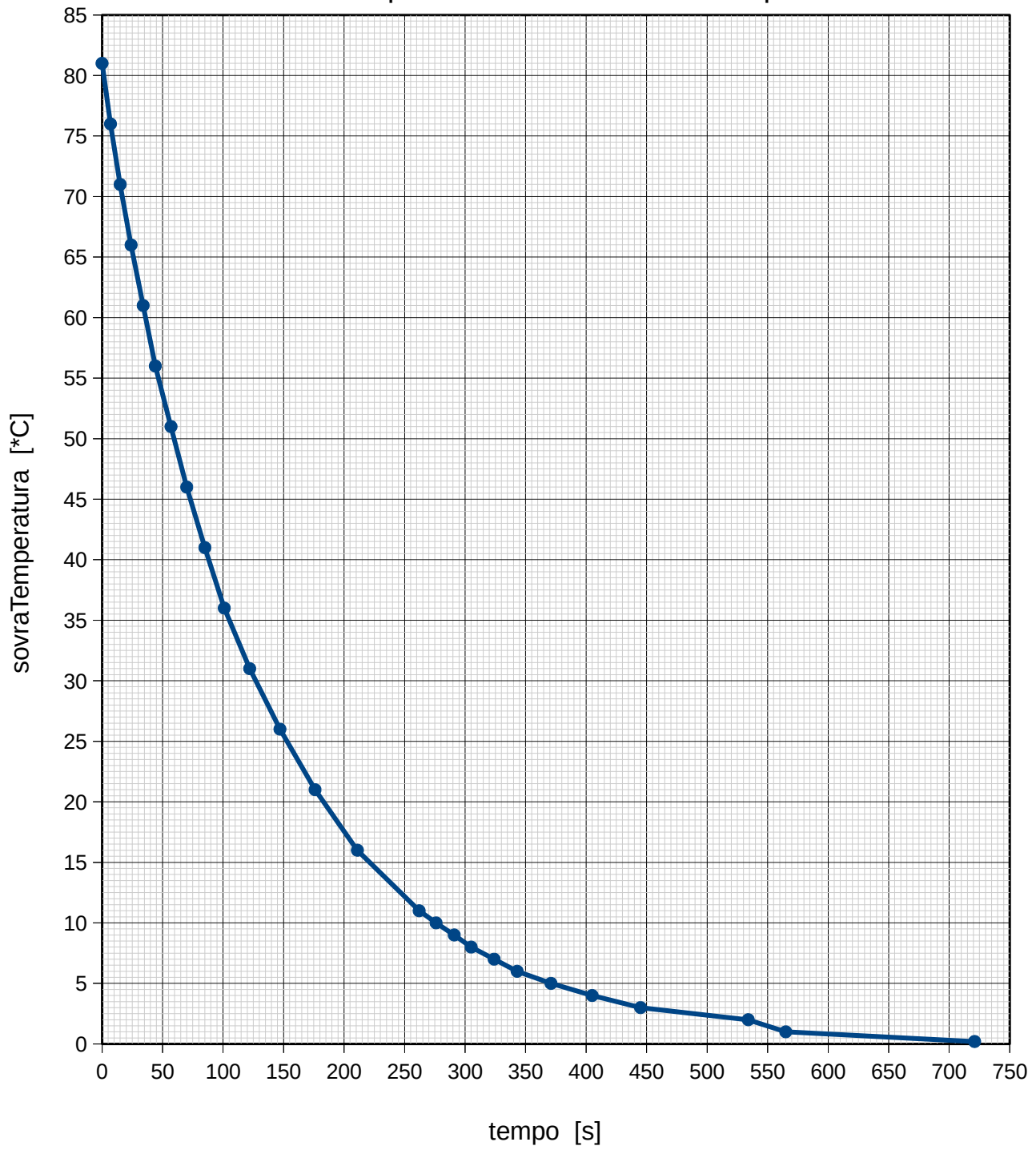
- il tempo t ad una data temperatura T

- la temperatura T ad un dato tempo t

[1] frame	[°C] T	[s] t	[°C] T
1930	100	0	81
2033	95	7	76
2153	90	15	71
2288	85	24	66
2440	80	34	61
2595	75	44	56
2785	70	57	51
2974	65	70	46
3210	60	85	41
3446	55	101	36
3760	50	122	31
4130	45	147	26
4570	40	176	21
5090	35	211	16
5860	30	262	11
6069	29	276	10
6292	28	291	9
6500	27	305	8
6790	26	324	7
7070	25	343	6
7500	24	371	5
8010	23	405	4
8600	22	445	3
9940	21	534	2
10400	20	565	1
12750	19.2	721	0.2

sovratemperatura

SovraTemperatura in funzione del tempo



Tempo di dimezzamento consecutivo

Misure con righello su grafico stampato.

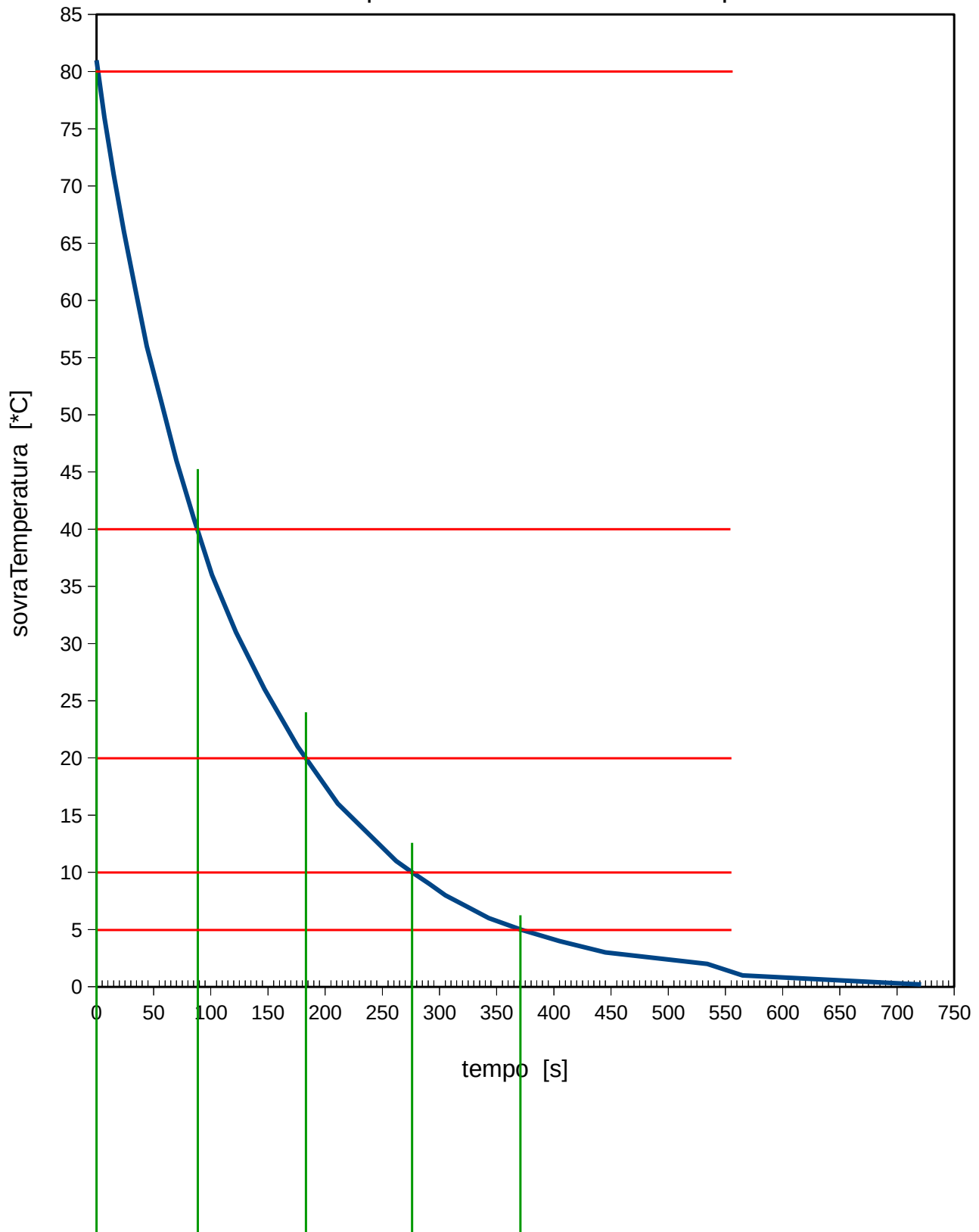
5 s/mm FS Fattore di Scala

sovratemperatura

[s] t	[°C] T	N	[°C] T	mm t	mm Δt	s t	s Δt	D%
0	81							
7	76	0	81	0	17.4	0	87	-5.9
15	71	1	40.5	17.4	19.1	87	95.5	3.2
24	66	2	20.25	36.5	18.5	182.5	92.5	0.0
34	61	3	10	55	19	275	95	2.7
44	56	4	5	74	///	370	///	
57	51							
70	46							
85	41							
101	36							
122	31							
147	26							
176	21							
211	16							
262	11							
276	10							
291	9							
305	8							
324	7							
343	6							
371	5							
405	4							
445	3							
534	2							
565	1							
721	0.2							

Media aritmetica
92.5
Media geometrica
92.437

SovraTemperatura in funzione del tempo



Tempo di dimezzamento consecutivo

Misure con righello su grafico stampato.

5 s/mm FS Fattore di Scala

sovratemperatura

[s] t	[°C] T	N	[°C] T	mm t	mm Δt	s t	s Δt	D%
0	81	0	81	0	17.4	0	87	-5.9
7	76	1	40.5	17.4	19.1	87	95.5	3.2
15	71	2	20.25	36.5	18.5	182.5	92.5	0.0
24	66	3	10	55	19	275	95	2.7
34	61	4	5	74	///	370	///	
44	56							
57	51							
70	46							
85	41							
101	36							
122	31							
147	26							
176	21							
211	16							
262	11							
276	10							
291	9							
305	8							
324	7							
343	6							
371	5							
405	4							
445	3							
534	2							
565	1							
721	0.2							

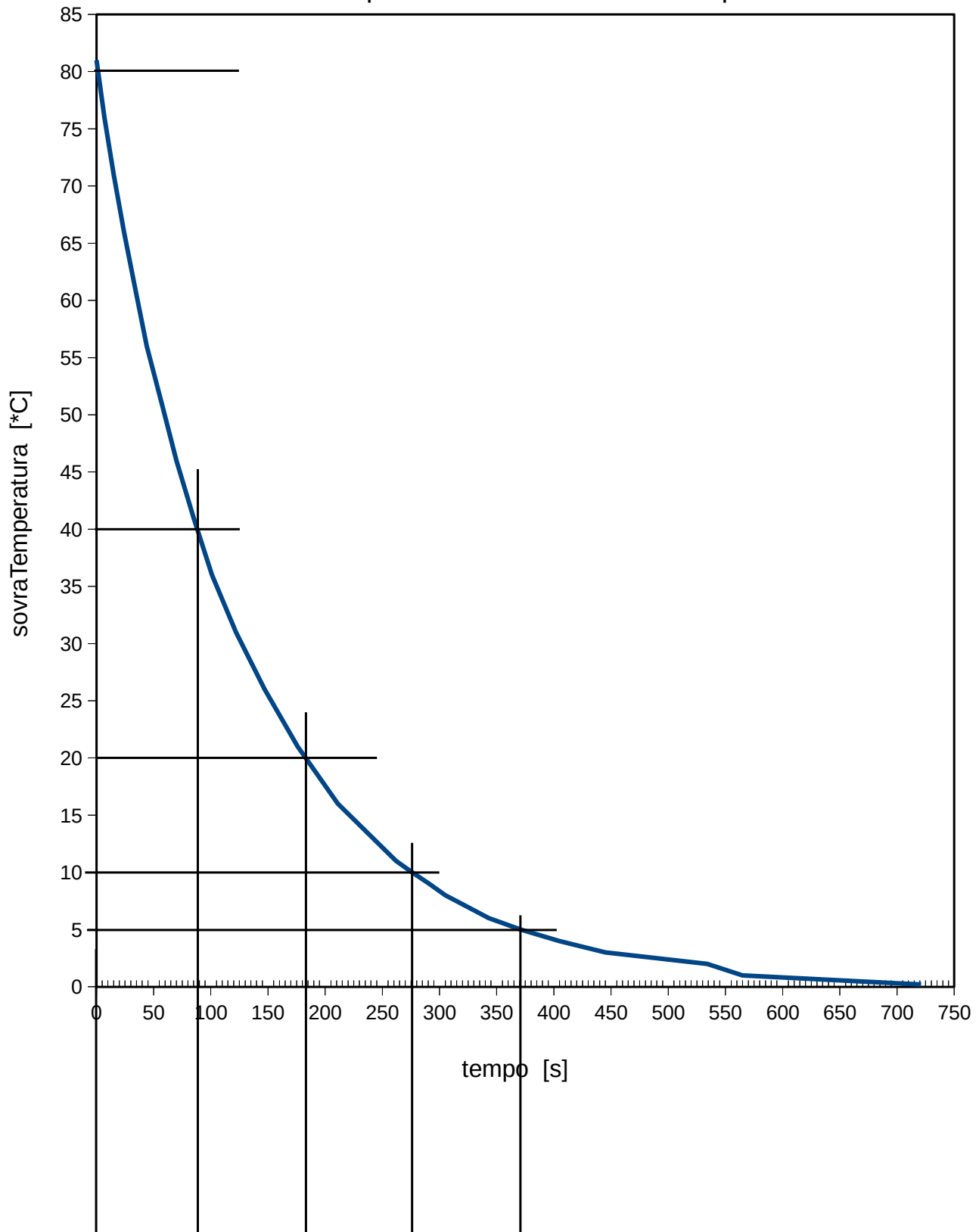
Media aritmetica

92.5

Media geometrica

92.437

SovraTemperatura in funzione del tempo



Curva di raffreddamento di un termometro in aria.

12mar2008

Interpolazione

0.5 base

81 A valore iniziale

90 D tempo di dimezzamento

0.6637 sqm scarto quadratico medio

sq scarto quadratico

[s]	[°C]	[°C]	
t	T	T	
0	81	81	0
7	76	76.749	0.5607
15	71	72.163	1.3521
24	66	67.33	1.7696
34	61	62.339	1.794
44	56	57.718	2.9531
57	51	52.219	1.4872
70	46	47.244	1.5486
85	41	42.09	1.1881
101	36	37.21	1.4647
122	31	31.654	0.4271
147	26	26.11	0.012
176	21	20.884	0.0136
211	16	15.949	0.0026
262	11	10.768	0.0536
276	10	9.6678	0.1104
291	9	8.613	0.1498
305	8	7.7326	0.0715
324	7	6.68	0.1024
343	6	5.7707	0.0526
371	5	4.6513	0.1216
405	4	3.5797	0.1766
445	3	2.6306	0.1364
534	2	1.3255	0.455
565	1	1.044	0.0019
721	0.2	0.314	0.013

$$T = A * 0,5^{(t/D)}$$

$$dT = -kTdt$$

Scala

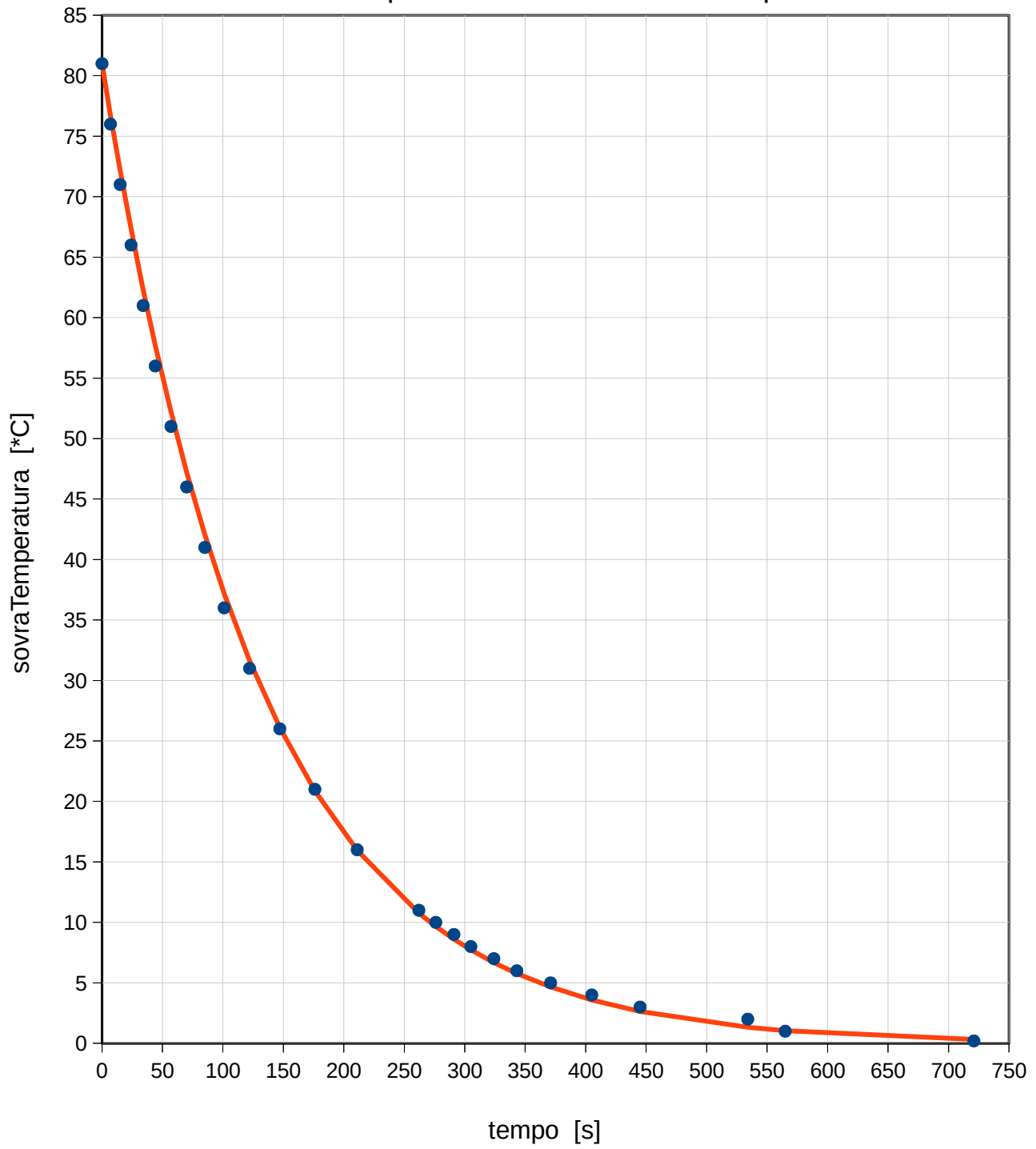
x=t 1cm:50 L=15cm,

1mm:5 per posizionare i secondi vanno arrotondati ai multipli di 5.

y=T 1cm:5 L=17cm,

1mm:0,5 2mm:1 1°C e' rappresentato da 2mm

SovraTemperatura in funzione del tempo



Curva di raffreddamento di un termometro in aria.

12mar2008

Interpolazione

0.68 base

80 A valore iniziale

50 D tempo di frazionamento

0.1682 sqm scarto quadratico medio

sq scarto quadratico

[s]	[°C]	[°C]	
t	T	T	
0	81	80	1
7	76	75.795	0.042
15	71	71.259	0.0673
24	66	66.48	0.2309
34	61	61.545	0.2975
44	56	56.977	0.9541
57	51	51.541	0.2923
70	46	46.623	0.3884
85	41	41.529	0.2802
101	36	36.708	0.5009
122	31	31.218	0.0477
147	26	25.743	0.0658
176	21	20.584	0.1734
211	16	15.714	0.082
262	11	10.603	0.1575
276	10	9.5179	0.2325
291	9	8.478	0.2725
305	8	7.6102	0.152
324	7	6.5728	0.1825
343	6	5.6768	0.1045
371	5	4.5741	0.1814
405	4	3.5189	0.2314
445	3	2.5848	0.1724
534	2	1.301	0.4886
565	1	1.0243	0.0006
721	0.2	0.3075	0.0116

$$T = A * 0,5^{(t/\tau)}$$

$$dT = -kTdt$$

Scala

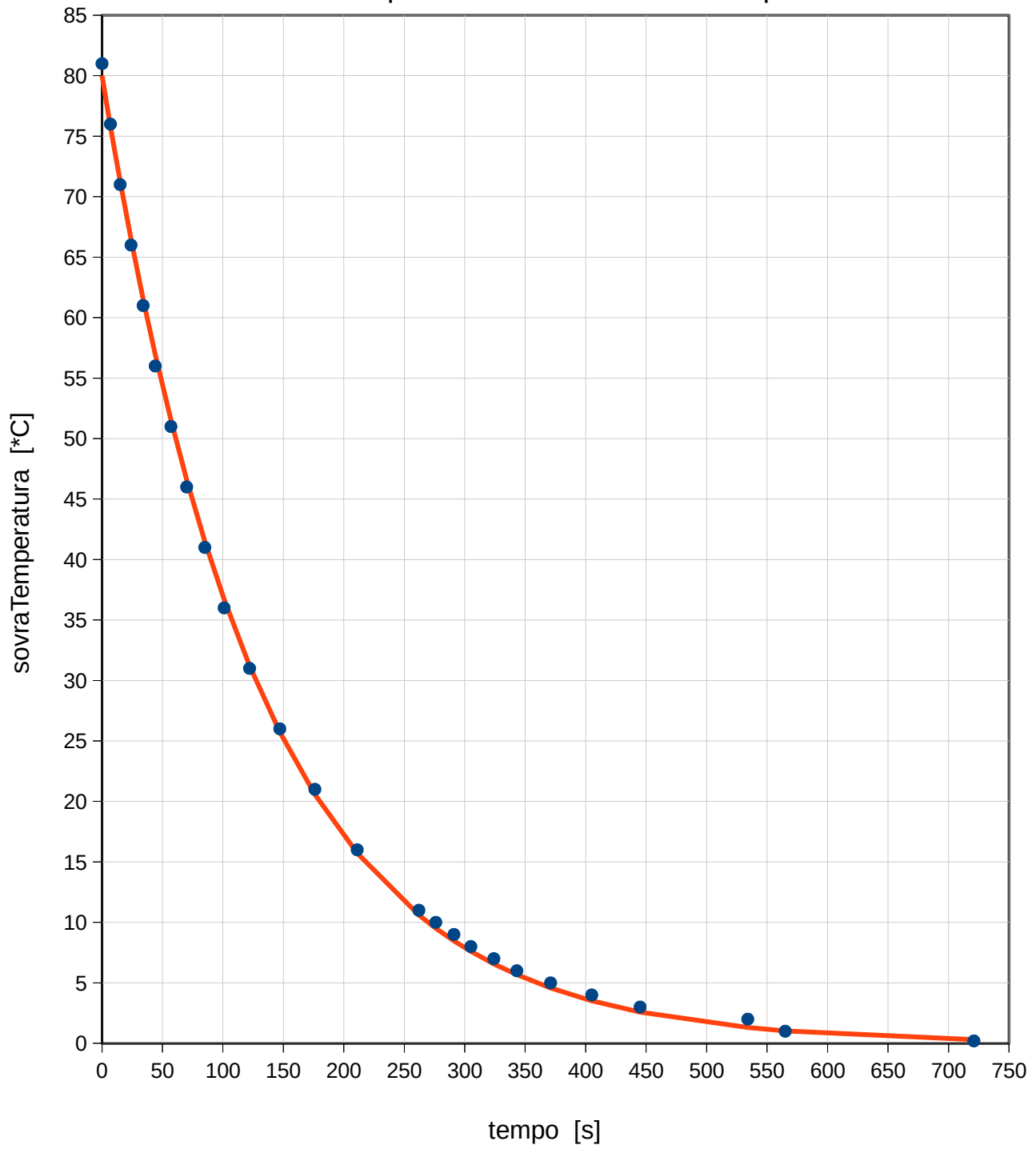
x=t 1cm:50 L=15cm,

1mm:5 per posizionare i secondi vanno arrotondati ai multipli di 5.

y=T 1cm:5 L=17cm,

1mm:0,5 2mm:1 1°C e' rappresentato da 2mm

SovraTemperatura in funzione del tempo



Misure T a intervalli di tempo costanti

media 0.6877 rapporto di frazionamento					Replica con arrotondamenti 0.6879			
s	[°C]							
t	T	T2/T1	D	D%				
0	80	0.675	0.0127	-1.85	80	0.675	0.013	-1.88
50	54	0.6852	0.0025	-0.37	54	0.685	0.003	-0.42
100	37	0.7027	-0.015	2.18	37	0.703	-0.015	2.20
150	26	0.6731	0.0146	-2.13	26	0.673	0.015	-2.17
200	17.5	0.6857	0.002	-0.29	17.5	0.686	0.002	-0.28
250	12	0.6875	0.0002	-0.03	12	0.688	0	0.01
300	8.25	0.697	-0.009	1.34	8.25	0.697	-0.009	1.32
350	5.75	0.6957	-0.008	1.15	5.75	0.696	-0.008	1.18
400	4							

Letto piu' precisamente sul pdf con griglia millimetrica, invece che sul grafico stampato.

media 0.6932 rapporto di frazionamento					Replica con arrotondamenti 0.6931			
s	[°C]							
t	T	T2/T1	D	D%				
0	80	0.6688	0.0245	-3.53	80	0.669	0.024	-3.48
50	53.5	0.6729	0.0203	-2.93	53.5	0.673	0.02	-2.90
100	36	0.7083	-0.015	2.18	36	0.708	-0.015	2.15
150	25.5	0.6863	0.0069	-1.00	25.5	0.686	0.007	-1.02
200	17.5	0.7	-0.007	0.98	17.5	0.7	-0.007	1.00
250	12.25	0.6939	-0.001	0.10	12.25	0.694	-0.001	0.13
300	8.5	0.6765	0.0167	-2.42	8.5	0.676	0.017	-2.47
350	5.75	0.7391	-0.046	6.62	5.75	0.739	-0.046	6.62
400	4.25							

0.6929

Tempo di dimezzamento, con inizio qualsiasi

Lette sulla tb, non sul grafico.

N	[°C] TA	[°C] TB	TB/TA	D%	s tA	s tB	s Δt	D%
1	81	41	0.506	1.2	0	85	85	-6.77
2	71	36	0.507	1.4	15	101	86	-5.67
3	61	31	0.508	1.6	34	122	88	-3.48
4	51	26	0.51	2	57	147	90	-1.28
5	41	21	0.512	2.4	85	176	91	-0.19
6	31	16	0.516	3.2	122	211	89	-2.38
7	21	11	0.524	4.8	176	262	86	-5.67
8	21	10	0.476	-4.8	176	276	100	9.69
9	16	8	0.5	0	211	305	94	3.1
10	11	6	0.545	9	262	343	81	-11.15
11	11	5	0.455	-9	262	371	109	19.56
12	10	5	0.5	0	276	371	95	4.2

Media aritmetica
91.17

Media geometrica
90.892

Media aritmetica
89.75

Media geometrica
89.689

Tempo di dimezzamento consecutivo

Grafico per l'icona.

sovratemperatura

[s] t	[°C] T
0	81
7	76
15	71
24	66
34	61
44	56
57	51
70	46
85	41
101	36
122	31
147	26
176	21
211	16
262	11
276	10
291	9
305	8
324	7
343	6
371	5
405	4
445	3
534	2
565	1
721	0.2

