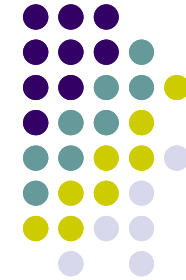


Lezione VII:

t-test



Cattedra di Biostatistica – Dipartimento di
Scienze Biomediche, Università degli Studi
“G. d’Annunzio” di Chieti – Pescara

Prof. Enzo Ballone



Un terzo problema:

- si considerino 2 campioni costituiti da soggetti caratterizzati da diverse abitudini alimentari
- si analizzano i livelli di glicemia di ciascun soggetto appartenente ai 2 campioni e si calcolano le medie aritmetiche e le deviazioni standard:

I campione $n_1=41$ $\bar{x}_1=95$ $s_1=13.32$

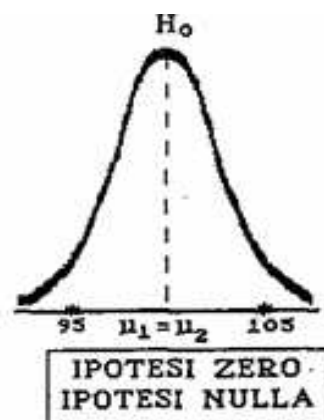
II campione $n_2=51$ $\bar{x}_2=105$ $s_2=16.94$

- l'alimentazione condiziona i livelli glicemici?
- le glicemie medie nei 2 campioni differiscono per le diverse abitudini alimentari o per effetto dello errore di campionamento?

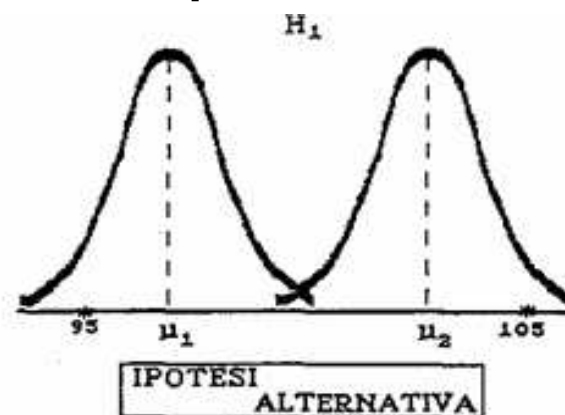


Un terzo problema:

- È possibile avanzare due ipotesi:



I due campioni sono stati estratti da popolazioni con medie uguali ($\mu_1 = \mu_2$)



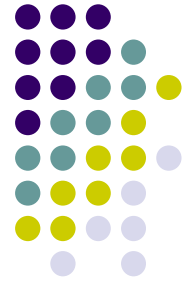
I due campioni sono stati estratti da popolazioni con medie diverse ($\mu_1 \neq \mu_2$)

Il test del t di Student consente di saggiare la veridicità dell'ipotesi nulla



Teoria dei campioni

- Si torni alla teoria dei campioni formalizzandola in modo diverso rispetto agli esempi precedenti:
- 1. si estraggono dalla popolazione infinite coppie di campioni di numerosità fissa n_1 e n_2) e per ogni coppia si calcoli la differenza tra le medie aritmetiche ($\bar{x}_1 - \bar{x}_2$);
- 2. il risultato è un insieme infinito di differenze di medie ($\bar{x}_1 - \bar{x}_2$) riferite a coppie di numerosità n_1 e n_2 ,:



Teoria dei campioni

- $(\bar{X}_{11} - \bar{X}_{21}), (\bar{X}_{12} - \bar{X}_{22}), (\bar{X}_{13} - \bar{X}_{23}), \dots, (\bar{X}_{1\omega} - \bar{X}_{2\omega})$

$$n_{11} = n_{12} = n_{13} = \dots = n_{1\omega}$$

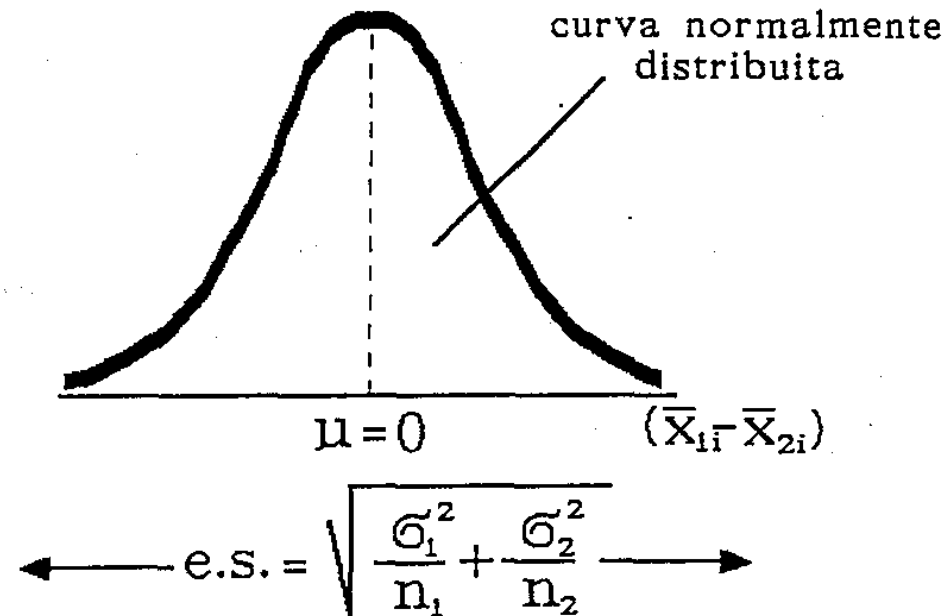
$$n_{21} = n_{22} = n_{23} = \dots = n_{2\omega}$$

- 3. se ciascuna differenza viene considerata come un'osservazione individuale è possibile costruire una distribuzione di frequenza definita:



Teoria dei campioni

- DISTRIBUZIONE DI CAMPIONAMENTO DELLE DIFFERENZE DELLE MEDIE CAMPIONARIE DI NUMEROSITA' n_1 e n_2
- 4. se $(n_1 \text{ e } n_2) > 30$ questa distribuzione sar  del tipo:





Teoria dei campioni

- 5. se σ_1 e σ_2 sono sconosciute, si fa riferimento alla distribuzione t:
 - l'errore standard diventa:

$$\text{e.s.} = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

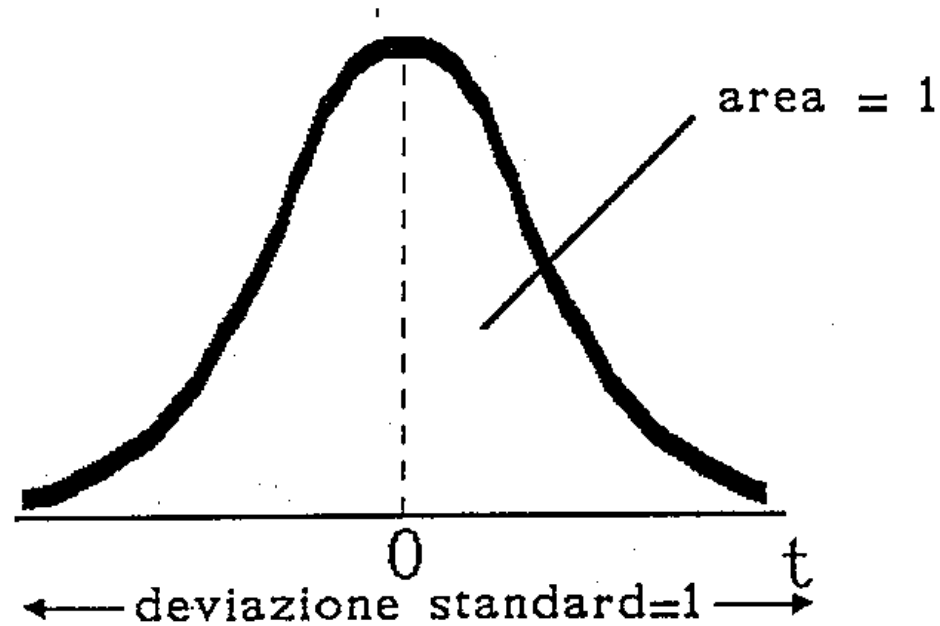
- è necessario tenere conto dei gradi di libertà:

$$\text{g.l.} = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$$

Teoria dei campioni



- 6. pertanto:



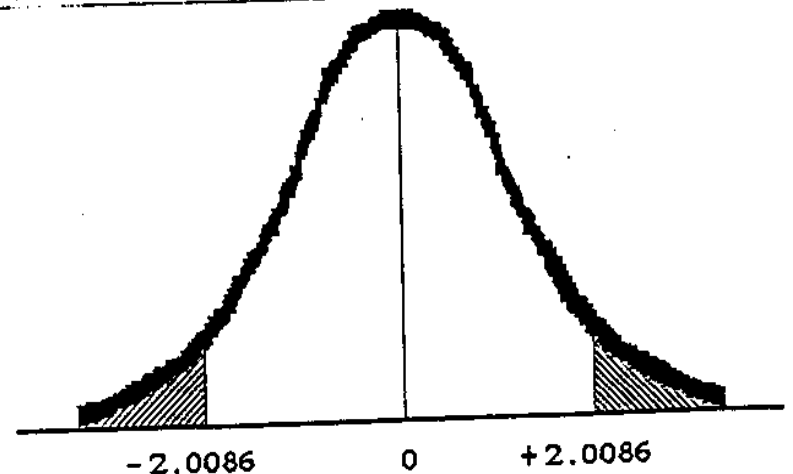
dove

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Teoria dei campioni

- 7. dalla tavola della distribuzione t, in corrispondenza di un'area (delle due code)=0.05 e dei gradi di libertà (=n1+n2 - 2) trovo il valore teorico di t. Ad esempio per 50 gradi di libertà:

v	α/2				v	α/2			
	0,05	0,025	0,01	0,005		0,05	0,025	0,01	0,005
1	6,3135	12,7062	31,8207	63,6574	46	1,8787	2,0128	2,6102	2,8780
2	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248	47	1,8779	2,0117	2,6082	2,8766
3	2,3534	3,1824	4,5407	5,4089	48	1,8772	2,0106	2,6066	2,8752
4	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041	49	1,8766	2,0094	2,6049	2,8738
5	2,0150	2,5706	3,3649	4,0322	50	1,8760	2,0083	2,6033	2,8724
6	1,9432	2,4478	3,1427	3,7074	51	1,8755	2,0072	2,6017	2,8710
7	1,8946	2,3648	2,9880	3,4985	52	1,8750	2,0061	2,6002	2,8696
8	1,8558	2,3000	2,8963	3,3584	53	1,8745	2,0051	2,5987	2,8682
9	1,8231	2,2463	2,8214	3,2498	54	1,8740	2,0040	2,5974	2,8668
10	1,7953	2,2011	2,7638	3,1683	55	1,8735	2,0030	2,5961	2,8654
11	1,7719	2,1610	2,7111	3,1058	56	1,8731	2,0020	2,5948	2,8640
12	1,7514	2,1254	2,6610	3,0545	57	1,8727	2,0010	2,5936	2,8626
13	1,7328	2,0934	2,6167	3,0123	58	1,8723	2,0001	2,5924	2,8612
14	1,7157	2,0641	2,5765	2,9768	59	1,8719	1,9992	2,5912	2,8598
15	1,7000	2,0374	2,5398	2,9447	60	1,8716	1,9983	2,5901	2,8584
16	1,6856	2,0129	2,5053	2,9150	61	1,8712	1,9974	2,5890	2,8570
17	1,6724	1,9904	2,4728	2,8882	62	1,8709	1,9965	2,5880	2,8556
18	1,6601	1,9696	2,4424	2,8636	63	1,8706	1,9957	2,5870	2,8542
19	1,6487	1,9503	2,4138	2,8409	64	1,8703	1,9948	2,5860	2,8528
20	1,6381	1,9324	2,3867	2,8197	65	1,8700	1,9940	2,5851	2,8514
21	1,6282	1,9158	2,3610	2,7998	66	1,8697	1,9932	2,5842	2,8500
22	1,6190	1,9004	2,3366	2,7811	67	1,8694	1,9924	2,5833	2,8486
23	1,6104	1,8861	2,3134	2,7635	68	1,8691	1,9916	2,5824	2,8472
24	1,6024	1,8728	2,2912	2,7469	69	1,8688	1,9908	2,5816	2,8458
25	1,5949	1,8604	2,2700	2,7312	70	1,8686	1,9900	2,5808	2,8444
26	1,5878	1,8488	2,2500	2,7164	71	1,8683	1,9892	2,5800	2,8430
27	1,5811	1,8379	2,2311	2,7024	72	1,8681	1,9884	2,5792	2,8416
28	1,5747	1,8276	2,2132	2,6891	73	1,8678	1,9876	2,5784	2,8402
29	1,5686	1,8178	2,1963	2,6764	74	1,8676	1,9868	2,5776	2,8388
30	1,5628	1,8084	2,1803	2,6643	75	1,8674	1,9860	2,5768	2,8374
31	1,5572	1,7994	2,1652	2,6527	76	1,8672	1,9852	2,5760	2,8360
32	1,5518	1,7908	2,1510	2,6415	77	1,8670	1,9844	2,5752	2,8346
33	1,5466	1,7825	2,1376	2,6307	78	1,8668	1,9836	2,5744	2,8332
34	1,5415	1,7745	2,1250	2,6202	79	1,8666	1,9828	2,5736	2,8318
35	1,5365	1,7668	2,1131	2,6100	80	1,8664	1,9820	2,5728	2,8304
36	1,5316	1,7593	2,1019	2,6001	81	1,8662	1,9812	2,5720	2,8290
37	1,5268	1,7520	2,0913	2,5904	82	1,8660	1,9804	2,5712	2,8276
38	1,5221	1,7449	2,0813	2,5810	83	1,8658	1,9796	2,5704	2,8262
39	1,5175	1,7380	2,0718	2,5718	84	1,8656	1,9788	2,5696	2,8248
40	1,5130	1,7313	2,0628	2,5628	85	1,8654	1,9780	2,5688	2,8234
41	1,5085	1,7248	2,0542	2,5540	86	1,8652	1,9772	2,5680	2,8220
42	1,5041	1,7184	2,0460	2,5454	87	1,8650	1,9764	2,5672	2,8206
43	1,5000	1,7122	2,0382	2,5370	88	1,8648	1,9756	2,5664	2,8192
44	1,4959	1,7061	2,0308	2,5288	89	1,8646	1,9748	2,5656	2,8178
45	1,4919	1,7001	2,0238	2,5208	90	1,8644	1,9740	2,5648	2,8164



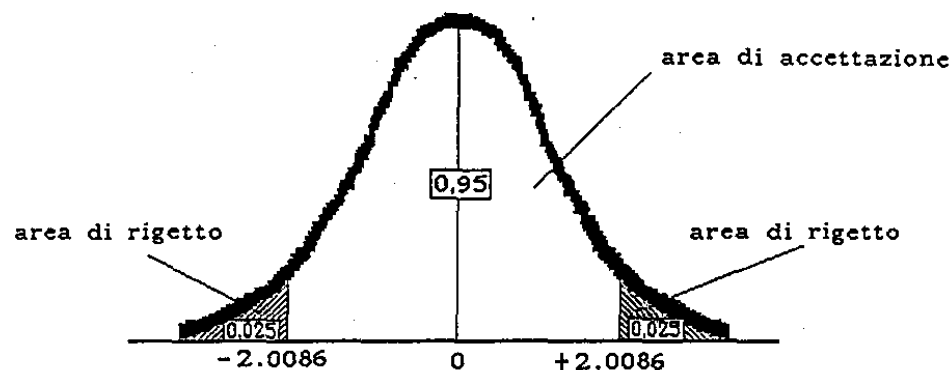


Teoria dei campioni

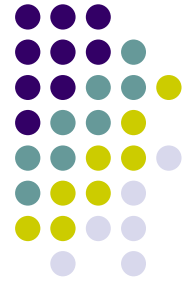
- 8. mediante la formula:


$$t_{g.l.} = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$


- si calcola il valore reale di t
- 9. si configurano due possibilità:



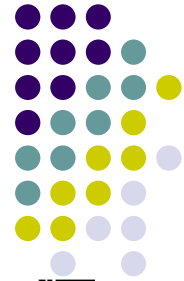
Teoria dei campioni



 - $- 2.0086 < t < + 2.0086$ il valore reale di t è inferiore a quello teorico. Si accetta l'ipotesi nulla ($p > 0.05$). Le due medie non differiscono significativamente.

 $t > + 2.0086$ o $t < - 2.0086$ il valore reale di t è superiore a quello teorico. Si respinge l'ipotesi nulla ($p < 0.05$). Le due medie differiscono significativamente.

Teoria dei campioni



- 10. in generale (e ad esempio per 50 gradi di libertà):

k	$\alpha/2$				k	$\alpha/2$			
	0,05	0,025	0,01	0,005		0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,3123	12,7062	31,8207	63,6574	46	1,6787	2,0128	2,1102	2,2870
2	2,9200	4,3027	6,9648	9,9248	47	1,6779	2,0117	2,1083	2,2848
3	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409	48	1,6772	2,0108	2,1066	2,2822
4	2,1318	2,7764	3,7469	4,8041	49	1,6766	2,0098	2,1049	2,2800
5	2,0150	2,5706	3,3648	4,0322	50	1,6760	2,0088	2,1032	2,2778
6	1,9432	2,4449	3,1427	3,7074	51	1,6753	2,0078	2,1017	2,2757
7	1,8948	2,3646	2,9960	3,4996	52	1,6747	2,0068	2,1002	2,2737
8	1,8595	2,3060	2,8965	3,3534	53	1,6741	2,0057	2,0988	2,2718
9	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498	54	1,6735	2,0049	2,0974	2,2700
10	1,8125	2,2281	2,7638	3,1683	55	1,6730	2,0040	2,0961	2,2682
11	1,7958	2,2010	2,7181	3,1038	56	1,6725	2,0032	2,0948	2,2665
12	1,7823	2,1782	2,6610	3,0515	57	1,6720	2,0025	2,0936	2,2648
13	1,7709	2,1594	2,6103	3,0123	58	1,6716	2,0017	2,0924	2,2632
14	1,7613	2,1444	2,5645	2,9768	59	1,6711	2,0010	2,0912	2,2618
15	1,7531	2,1315	2,5225	2,9437	60	1,6706	2,0003	2,0901	2,2603
16	1,7459	2,1199	2,4835	2,9126	61	1,6702	1,9996	2,0890	2,2588
17	1,7396	2,1098	2,4469	2,8832	62	1,6698	1,9990	2,0880	2,2575
18	1,7341	2,1009	2,4124	2,8554	63	1,6694	1,9983	2,0870	2,2561
19	1,7291	2,0930	2,3808	2,8290	64	1,6690	1,9977	2,0860	2,2548
20	1,7247	2,0860	2,3520	2,8043	65	1,6686	1,9971	2,0851	2,2536
21	1,7207	2,0798	2,3277	2,7814	66	1,6682	1,9964	2,0842	2,2524
22	1,7171	2,0739	2,3063	2,7602	67	1,6678	1,9958	2,0832	2,2512
23	1,7138	2,0687	2,2869	2,7403	68	1,6674	1,9952	2,0824	2,2501
24	1,7108	2,0639	2,2692	2,7216	69	1,6670	1,9946	2,0816	2,2490
25	1,7081	2,0593	2,2531	2,7044	70	1,6666	1,9940	2,0808	2,2479
26	1,7056	2,0551	2,2386	2,6887	71	1,6662	1,9934	2,0800	2,2468
27	1,7033	2,0511	2,2257	2,6743	72	1,6658	1,9928	2,0792	2,2458
28	1,7011	2,0474	2,2141	2,6610	73	1,6654	1,9922	2,0783	2,2448
29	1,6991	2,0439	2,2032	2,6484	74	1,6650	1,9916	2,0774	2,2438
30	1,6973	2,0403	2,1933	2,6364	75	1,6646	1,9910	2,0765	2,2428
31	1,6956	2,0368	2,1842	2,6249	76	1,6642	1,9904	2,0756	2,2418
32	1,6940	2,0336	2,1757	2,6138	77	1,6638	1,9898	2,0747	2,2408
33	1,6924	2,0304	2,1678	2,6032	78	1,6634	1,9892	2,0738	2,2398
34	1,6909	2,0273	2,1601	2,5929	79	1,6630	1,9886	2,0729	2,2388
35	1,6894	2,0241	2,1527	2,5829	80	1,6626	1,9880	2,0720	2,2377
36	1,6880	2,0211	2,1455	2,5731	81	1,6622	1,9874	2,0711	2,2367
37	1,6867	2,0181	2,1384	2,5635	82	1,6618	1,9868	2,0702	2,2357
38	1,6854	2,0151	2,1316	2,5541	83	1,6614	1,9862	2,0693	2,2347
39	1,6841	2,0122	2,1250	2,5449	84	1,6610	1,9856	2,0684	2,2337
40	1,6828	2,0093	2,1185	2,5359	85	1,6606	1,9850	2,0675	2,2327
41	1,6816	2,0065	2,1122	2,5270	86	1,6602	1,9844	2,0666	2,2317
42	1,6804	2,0037	2,1060	2,5182	87	1,6598	1,9838	2,0657	2,2307
43	1,6792	2,0010	2,1000	2,5095	88	1,6594	1,9832	2,0648	2,2297
44	1,6780	1,9983	2,0941	2,5009	89	1,6590	1,9826	2,0639	2,2287
45	1,6769	1,9956	2,0884	2,4924	90	1,6586	1,9820	2,0630	2,2277



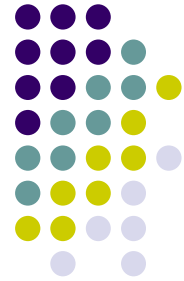
Teoria dei campioni

- se: $t < 2.0086$
 - si accetta l'ipotesi nulla ($p > 0.05$) (le due medie non differiscono significativamente)
- se $t > 2.0086$
 - si respinge l'ipotesi nulla ($p < 0.05$) (le due medie differiscono significativamente)
- se $t > 2.0086$
 - $2.0086 < t < 2.4033$ si respinge l'ipotesi nulla ($0.02 < p < 0.05$)
 - $2.4033 < t < 2.6778$ si respinge l'ipotesi nulla ($0.01 < p < 0.02$)
 - $t > 2.6778$ si respinge l'ipotesi nulla ($p < 0.01$)

Teoria dei campioni



k	α/2				k	α/2			
	0,05	0,025	0,01	0,005		0,05	0,025	0,01	0,005
1	6,3138	12,7062	31,8207	43,6374	44	1,6787	2,0129	2,4102	2,5770
2	2,9200	4,3027	6,9648	9,9248	47	1,6778	2,0117	2,4083	2,5846
3	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409	48	1,6772	2,0108	2,4064	2,5872
4	2,1318	2,7764	3,7469	4,8041	49	1,6766	2,0098	2,4049	2,5890
5	2,0150	2,5768	3,3649	4,0322	50	1,6759	2,0088	2,4033	2,5778
6	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074	51	1,6753	2,0078	2,4017	2,5757
7	1,8946	2,3448	2,9980	3,4985	52	1,6747	2,0068	2,4002	2,5737
8	1,8583	2,2680	2,8963	3,3564	53	1,6741	2,0057	2,3988	2,5718
9	1,8311	2,2022	2,8214	3,2498	54	1,6735	2,0049	2,3974	2,5700
10	1,8125	2,1451	2,7638	3,1683	55	1,6730	2,0040	2,3961	2,5682
11	1,7998	2,0918	2,7181	3,1068	56	1,6725	2,0032	2,3948	2,5665
12	1,7823	2,0418	2,6810	3,0545	57	1,6720	2,0025	2,3936	2,5648
13	1,7709	2,0004	2,6503	3,0123	58	1,6716	2,0017	2,3924	2,5633
14	1,7613	1,9648	2,6245	2,9788	59	1,6711	2,0010	2,3912	2,5618
15	1,7531	1,9318	2,6026	2,9487	60	1,6706	2,0003	2,3901	2,5603
16	1,7459	1,9019	2,5835	2,9208	61	1,6702	1,9998	2,3890	2,5589
17	1,7394	1,8744	2,5668	2,8952	62	1,6698	1,9993	2,3880	2,5575
18	1,7341	1,8489	2,5524	2,8714	63	1,6694	1,9988	2,3870	2,5561
19	1,7291	1,8250	2,5399	2,8488	64	1,6690	1,9983	2,3860	2,5549
20	1,7247	1,8028	2,5280	2,8263	65	1,6686	1,9978	2,3851	2,5536
21	1,7207	1,7819	2,5177	2,8034	66	1,6682	1,9974	2,3842	2,5524
22	1,7171	1,7623	2,5083	2,7818	67	1,6679	1,9970	2,3833	2,5512
23	1,7138	1,7441	2,4999	2,7613	68	1,6676	1,9966	2,3824	2,5501
24	1,7108	1,7272	2,4923	2,7418	69	1,6672	1,9962	2,3816	2,5490
25	1,7081	1,7116	2,4851	2,7234	70	1,6669	1,9958	2,3808	2,5479
26	1,7056	1,6963	2,4782	2,7057	71	1,6666	1,9954	2,3800	2,5469
27	1,7033	1,6818	2,4727	2,6887	72	1,6663	1,9950	2,3792	2,5459
28	1,7011	1,6684	2,4671	2,6723	73	1,6660	1,9946	2,3785	2,5449
29	1,6991	1,6552	2,4620	2,6564	74	1,6657	1,9942	2,3778	2,5439
30	1,6973	1,6423	2,4573	2,6410	75	1,6654	1,9938	2,3771	2,5430
31	1,6958	1,6298	2,4528	2,6260	76	1,6652	1,9934	2,3764	2,5421
32	1,6939	1,6178	2,4487	2,6114	77	1,6649	1,9930	2,3758	2,5412
33	1,6924	1,6063	2,4448	2,5973	78	1,6646	1,9926	2,3751	2,5403
34	1,6908	1,5952	2,4411	2,5834	79	1,6644	1,9922	2,3745	2,5394
35	1,6894	1,5844	2,4377	2,5698	80	1,6641	1,9918	2,3739	2,5387
36	1,6883	1,5741	2,4345	2,5565	81	1,6639	1,9914	2,3733	2,5379
37	1,6871	1,5642	2,4314	2,5434	82	1,6636	1,9910	2,3727	2,5371
38	1,6860	1,5544	2,4284	2,5306	83	1,6634	1,9906	2,3721	2,5364
39	1,6849	1,5452	2,4255	2,5179	84	1,6632	1,9902	2,3716	2,5356
40	1,6838	1,5361	2,4228	2,5049	85	1,6630	1,9898	2,3710	2,5349
41	1,6828	1,5276	2,4203	2,4912	86	1,6628	1,9894	2,3706	2,5342
42	1,6820	1,5191	2,4183	2,4801	87	1,6626	1,9890	2,3700	2,5335
43	1,6811	1,5107	2,4163	2,4691	88	1,6624	1,9887	2,3695	2,5329
44	1,6803	1,5024	2,4141	2,4582	89	1,6622	1,9883	2,3690	2,5322
45	1,6794	1,4941	2,4121	2,4480	90	1,6620	1,9880	2,3686	2,5316



Teoria dei campioni

- Si torni al problema:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{95 - 105}{\sqrt{\frac{13.32^2}{41} + \frac{16.94^2}{51}}} = - 3.1696$$

- Dalla tavola di distribuzione t per $(41+51-2)=90$ gradi di libertà

g.l.	$\alpha/2$			
	0.05	0.025	0.01	0.005
90	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316

- $t > 2.6316$

Teoria dei campioni



- quindi si respinge l'ipotesi nulla e si accetta quella alternativa ($p < 0.01$)
- le due medie differiscono significativamente (ovvero è improbabile - probabilità inferiore all' 1% - che le due medie differiscano per il solo errore di campionamento)

Teoria dei campioni



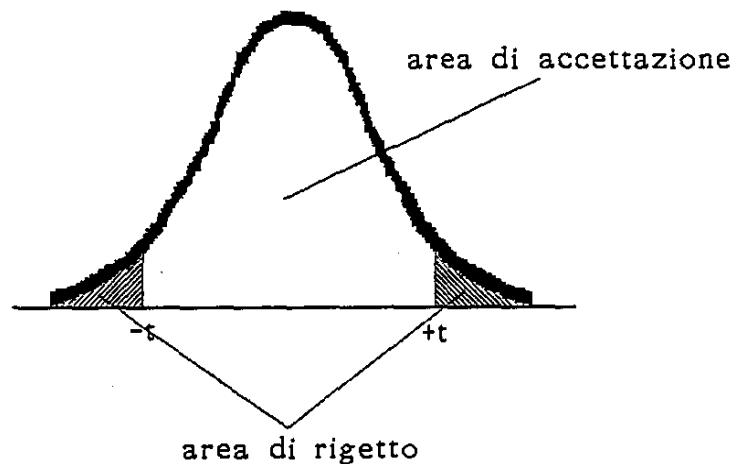
- Nella formalizzazione delle due ipotesi (H_0 e H_1) ci si era chiesto:
 - H_0 = le due medie campionarie differiscono per l'errore di campionamento o
 - H_1 = le due medie campionarie sono riferite a due popolazioni con medie diverse?

Teoria dei campioni



- in questo caso si fa riferimento alle due code della distribuzione di campionamento:

Se le due ipotesi fossero:

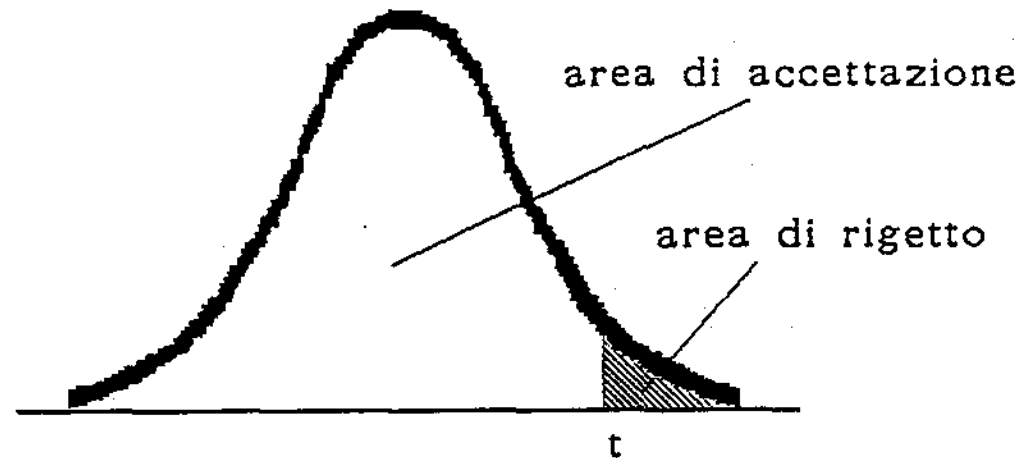
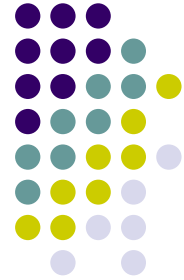


H_0 = le due medie campionarie differiscono per l'errore di campionamento σ

H_1 = le due medie campionarie sono riferite a due popolazioni di cui $\mu_1 > \mu_2$

in questo caso si fa riferimento a una sola coda della distribuzione di campionamento:

Teoria dei campioni



- tornando al problema, se l'ipotesi alternativa (H fosse:
 - $\bar{x}_1 > \bar{x}_2$ in quanto $\mu_2 > \mu_1$
 - ricordando che $t = -3.1696$
 - dalla tavola di distribuzione t per $(41+51-2=)90$ gradi di libertà:

Teoria dei campioni



	$\alpha/2$			
g.l.	0.05	0.025	0.01	0.005
90	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316

$$t > 2.6316$$

- quindi si respinge l'ipotesi nulla e si accetta quella alternativa ($p < 0.005$)

Teoria dei campioni

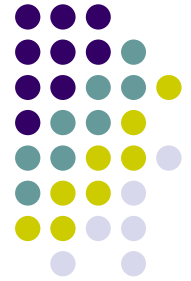


- UN QUARTO PROBLEMA
- si consideri un campione di 10 pazienti ipertesi cui viene somministrato un farmaco antiipertensivo;
- a questi pazienti viene misurata la pressione sistolica prima della somministrazione del farmaco e alcune ore dopo la somministrazione stessa:



	pazienti	PAS prima	dopo
	1.	211 mmHg	181 mmHg
	2.	210	210
	3.	210	196
	4.	203	200
	5.	196	167
	6.	191	161
	7.	190	178
	8.	177	180
	9.	173	149
	10.	170	119
		$X_1=193.1\text{mmHg}$	$X_2=175.1\text{mmHg}$

Teoria dei campioni



- La pressione arteriosa è diminuita per l'errore di campionamento (H_0) o per effetto del farmaco (H_1)?
- In questo caso i 2 campioni (PAS prima e PAS dopo la somministrazione) sono appaiati (ovvero ciascuna osservazione di un campione si accoppia con una osservazione dell'altro campione).
- Per saggiare l'ipotesi nulla si utilizza sempre il test del t di Student per campioni appaiati.

Teoria dei campioni



	campioni indipendenti (non appaiati)	campioni appaiati
variabile casuale	$\bar{X}_{1i} - \bar{X}_{2i}$	\bar{d}_i
errore standard della distr. di campion.	$\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$	S_d / \sqrt{n} dove: $S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}}$

Teoria dei campioni



$t =$

$$\frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

gradi di
libertà

$$(n_1 + n_2 - 2)$$

$$\frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

$$n - 1$$



Teoria dei campioni

SI TORNI AL PROBLEMA:

PAZIENTI	PAS		d_i	$(d_i - \bar{d})$	$(d_i - \bar{d})^2$
	PRIMA	DOPO			
1.	211	181	+30	+12	144
2.	210	210	+30	-28	784
3.	210	196	+14	-4	16
4.	203	200	+3	-15	225
5.	196	167	+29	+11	121
6.	191	161	+30	+12	144
7.	190	178	+12	-6	36
8.	177	180	-3	-21	441
9.	173	149	+24	+6	36
10.	170	119	+51	+33	1089



Teoria dei campioni

$$\sum_{i=1}^n d_i = 180$$
$$\bar{d} = \frac{180}{10} = 18$$

$$\sum_{i=1}^n (d - \bar{d})^2 = 3036$$
$$\frac{\sum_{i=1}^n (d - \bar{d})^2}{n - 1} = 337.33$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d - \bar{d})^2}{n - 1}} = 18.37$$

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}} = \frac{18}{18.36 / \sqrt{10}} = 3.099$$

Teoria dei campioni



dalla tavola di distribuzione t per $(10-1=)g.l.$,
gradi di libertà:

g.l.	0.05	0.025	0.01	0.005
g	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498

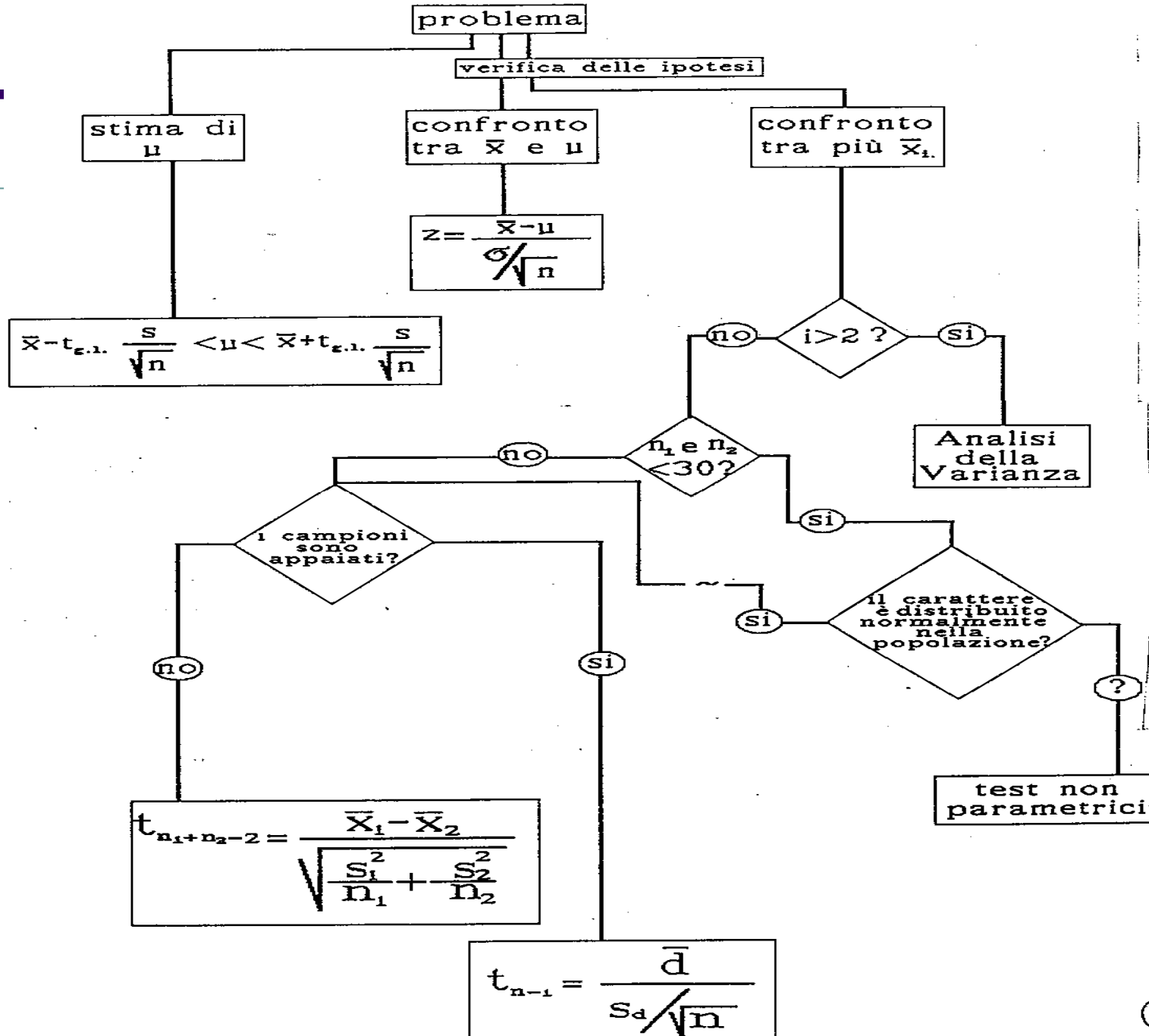
per un test a una coda (ci si chiede se la pressione si riduce con la somministrazione del farmaco)

$$2.8214 < \boxed{3.099} < 3.2498 \Rightarrow 0.005 < p < 0.01$$

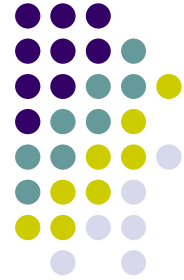
quindi:

- si respinge l'ipotesi nulla
- il farmaco determina una riduzione significativa ($0.005 < p < 0.01$) della pressione arteriosa.

RIEPILOGO SULL'INFERENZA STATISTICA
applicata alle medie aritmetiche

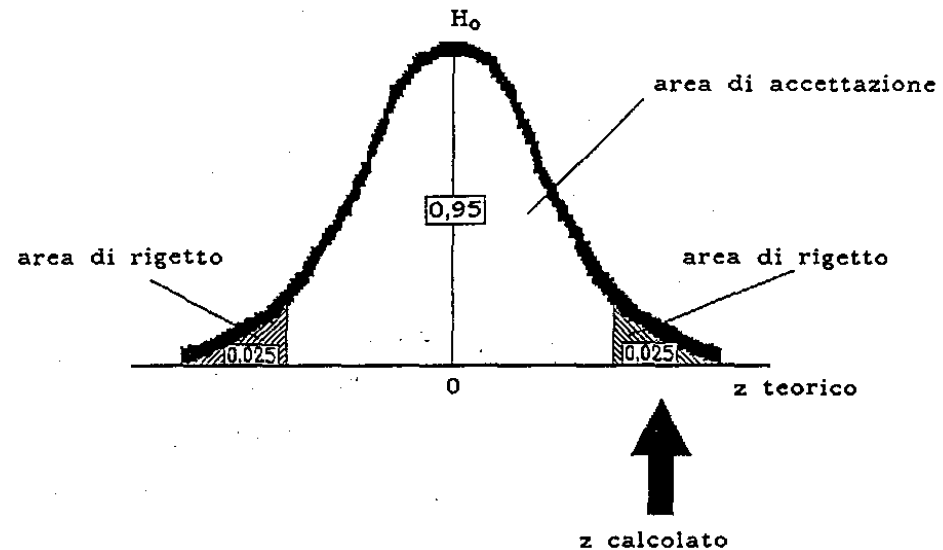


Teoria dei campioni



- DUE ERRORI NEL SAGGIARE L'IPOTESI NULLA

I: errore di I tipo (α):

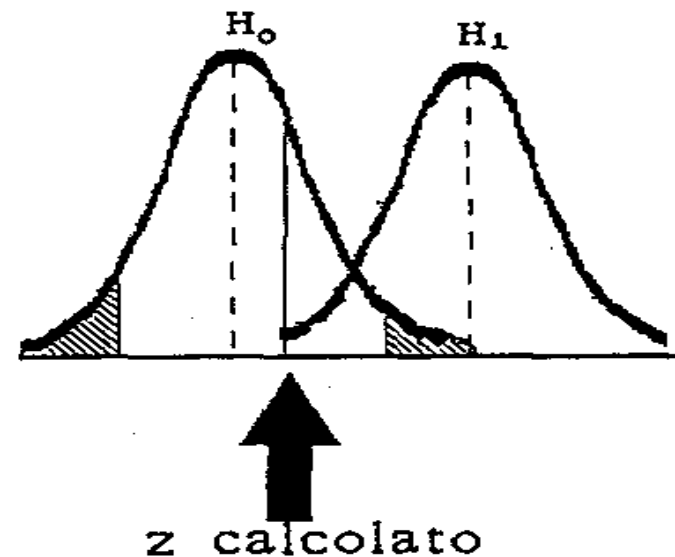


- rifiuto l'ipotesi nulla
- l'ipotesi nulla è vera ($p < 0.05$) accetto di commettere un errore (di I tipo α) inferiore al 5% di rifiutare l'ipotesi nulla benchè nella realtà sia vera.

Teoria dei campioni



- DUE ERRORI NEL SAGGIARE L'IPOTESI NULLA II: errore di II tipo (β)



- l'errore di II tipo (β) è la probabilità associata al rischio di accettare l'ipotesi nulla benché nella realtà non sia vera.

Teoria dei campioni



		REALTA'	
		Ho vera	Ho falsa
Conclusioni del Test	accetto Ho	Conclusione corretta	Errore di II tipo (B)
	rifiuto Ho	Errore di I tipo (a)	Conclusione Corretta



Teoria dei campioni

- Si definisce potenza di un test il complementare all'unità dell'errore di II tipo $(1-B)$,
- La potenza è la capacità di un test di:
 - respingere H_0 quando questa è falsa;
 - di scoprire una differenza significativa quando in realtà esiste.