

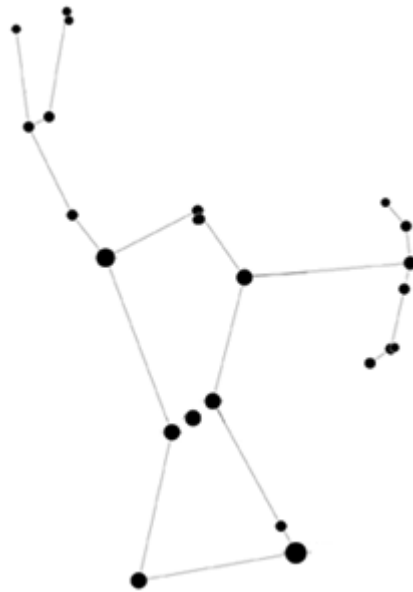
*Università degli Studi dell'Insubria - sede di Como
Scienze e Tecnologie dell'Informazione*



STUDIO STATISTICO SULLE MAGNITUDINI DI DUE CAMPIONI DI STELLE DEL CIELO

Monica Castiglioni

matricola 612164



INDICE

Introduzione.....	3
Prima parte: studio statistico sulle stelle Alfa delle 88 costellazioni del cielo.....	5
Raccolta di dati grezzi.....	5
Osservazioni.....	7
Dati raggruppati.....	8
Grafici.....	9
Seconda parte: studio statistico sulle stelle più luminose di magnitudine 2,55.....	11
Studio della magnitudine relativa.....	13
Studio della magnitudine assoluta.....	13
Studio della magnitudine relativa su dati raggruppati.....	14
Grafici.....	17
Terza parte: la Formula di Drake.....	21
L'importante delle stelle per l'uomo.....	24
"I Want to Believe".....	25
Mappa stellare dell'emisfero boreale.....	27
Mappa stellare dell'emisfero australe.....	28
Bibliografia.....	29

STUDIO STATISTICO SULLE MAGNITUDINI DI DUE CAMPIONI DI STELLE DEL CIELO

Monica Castiglioni - matricola 612164

INTRODUZIONE

Il cielo è suddiviso in 88 settori, chiamati costellazioni, che sono utilizzate per identificare gli oggetti celesti, anche se in realtà la maggior parte delle stelle non ha nessuna connessione reale.

Le costellazioni principali furono ideate all'alba della storia dalle popolazioni mediorientali, che videro in esse creature reali (il Toro, l'Orsa...) e fantastiche (l'Idra, l'Unicorno...), eroi mitologici (Orione, Cassiopea...), e altri oggetti (Sagitta, la freccia, Eridano, un fiume...).

Tolomeo, nel 150 a.C., elencò 48 costellazioni, a cui ne aggiunsero nuove Johann Bayer (1572-1625), Johannes Hevelius (1611-1687) e Nicola Louis de Lacaille (1713-1762). Quest'ultimo in particolare aggiunse 14 costellazioni dell'emisfero australe, non visibili dalle regioni mediterranee.

Nel 1930, l'Unione Astronomica Internazionale ridusse il numero delle costellazioni e ne divise alcune in raggruppamenti più piccoli, arrivando così all'odierno totale di 88 costellazioni.

Le stelle più importanti di ogni costellazione sono identificate con una lettera dell'alfabeto greco, un sistema introdotto da Bayer. In generale la stella più brillante è la *alfa* (vi sono però illustri eccezioni, come in Orione e nei Gemelli). Alcune delle stelle più luminose hanno anche nomi propri, che hanno origini diverse: alcune (Sirio, Castore...), derivano dal greco, altre (Aldebaran, Rigel...) dall'arabo, altre ancora (Bellatrix, Pulcherrima) dal latino.

Le stelle appaiono con luminosità diverse per due motivi:

- 1) non tutte emettono la stessa quantità di luce;
- 2) sono a distanze diverse dalla Terra.

La luminosità di una stella, in Astronomia, è detta **magnitudine**.

Ipparco, nel 129 a.C., introdusse la prima rudimentale scala di magnitudine: tra le stelle visibili ad occhio nudo le più luminose erano di 1[^] magnitudine, le più deboli di 6[^].

Nel 1856, Norman Pogson diede una scala di magnitudine su base scientifica: una stella di 1[^] magnitudine è 100 volte più luminosa di una di 6[^]. Le stelle brillanti più di 100 volte di una 6[^] prendono magnitudine negativa. In questo modo è possibile andare all'infinito in entrambi i versi, sia per stelle sempre più luminose, che per stelle sempre più deboli.

La **magnitudine apparente** è la luminosità con cui appare una stella vista da Terra. La **magnitudine assoluta** misura la luminosità di una stella come se questa fosse a 10 parsec dalla Terra (1 parsec = 3,26 anni luce).

Vista dalla Terra la stella più luminosa è, ovviamente, il Sole che però si trova a una distanza molto inferiore ai 10 parsec (circa a 0,000 000 583 parsec): in questa posizione ha una magnitudine apparente di -26,8 (cioè è l'oggetto di gran lunga più luminoso del cielo). Posto a una distanza di 10 parsec (32,6 a.l.), il Sole avrebbe una magnitudine di appena 4,8 (cioè una piccola stella appena visibile).

Una stella come Alfa Cygni (Deneb, la coda), che si trova a una distanza di 1800 a.l. (552,2 parsec circa) ha una magnitudine apparente di 1,25 (è una delle stelle più luminose del cielo, ben visibile nel cielo estivo dell'emisfero settentrionale: con Vega della Lira e Altair dell'Aquila forma il "Triangolo estivo"). Avvicinata a 10 parsec (cioè circa 55 volte più vicina), Deneb avrebbe una magnitudine di -7,5, sarebbe cioè molto più luminosa di qualsiasi stella (escluso il Sole) o pianeta (Venere raggiunge la magnitudine -4,4) visibile nel cielo oggi. Confrontando le magnitudini assolute si può dedurre che Deneb è circa 80 000 volte più luminosa del Sole (infatti Deneb è una supergigante bianco-azzurra, mentre il Sole è una stella media bianco-gialla).

PRIMA PARTE: Studio statistico sulle stelle Alfa delle 88 costellazioni del cielo

RACCOLTA DI DATI GREZZI

La seguente tabella riporta il nome della costellazione, il nome proprio della stella (quando esiste) e la magnitudine apparente delle stelle Alfa delle 88 costellazioni del cielo.

	Costellazione	Nome	Magnitudine relativa
1	Acquario	Sadalmelik	3
2	Andromeda	Sirrah	2,1
3	Antlia	-	4,3
4	Apus	Apodis	3,8
5	Aquila	Altair	0,77
6	Ara	-	3
7	Ariete	Hamal	2
8	Auriga	Capella	0,08
9	Balena	Menkar	2,5
10	Bilancia	Zubenelgenubi	2,8
11	Boote	Arturo	-0,04
12	Bulino	-	4,5
13	Bussola	-	3,7
14	Camaleonte	-	4,1
15	Cancro	Acubens	4,3
16	Cane maggiore	Sirio	-1,46
17	Cane minore	Procione	0,38
18	Cani da caccia	Cor Caroli	2,9
19	Capricorno	Algedi	3,6
20	Carena	Canopo	-0,72
21	Cassiopea	Schedar	2,2
22	Cavalletto del pittore	-	3,3
23	Cavallino	Kitalpha	3,9
24	Cefeo	Alderamin	2,4
25	Centauro	Rigil Kent	-0,27
26	Cigno	Deneb	1,3
27	Colomba	-	2,6
28	Coma Berenices	Diadema	4,3
29	Compasso	-	3,2
30	Corona Australe	-	4,1
31	Corona Boreale	Gemma	2,2
32	Corvo	Al Chiba	4
33	Cratere	-	4,1
34	Croce del Sud	Acrux	1,4
35	Delfino	Sualocin	3,8
36	Dorado	-	3,3
37	Drago	Thuban	3,7
38	Ercole	Ras Algethi	3,5
39	Eridano	Achernar	0,5
40	Fenice	-	2,4

41	Fornace	-	4,1
42	Freccia	-	4,4
43	Gemelli	Castor (sestupla!)	1,6
44	Giraffa	-	4,3
45	Gru	Alnair	1,7
46	Idra	Alphard	2
47	Idra maschio	-	2,9
48	Indiano	-	3,1
49	Leone	Regulus	1,4
50	Leone minore	Zosma	2,6
51	Lepre	Arneb	2,6
52	Lince	-	3,1
53	Lira	Vega	0,03
54	Lucertola	-	3,8
55	Lupo	-	2,3
56	Mensa	-	5,1
57	Microscopio	-	4,9
58	Mosca	-	2,7
59	Ofiuco	Ras Alhague	2,1
60	Orione	Betelgeuse	0,4
61	Orologio	-	3,9
62	Orsa Maggiore	Dubhe	1,8
63	Orsa Minore	Cynosura (o Polaris)	2,1
64	Ottante	-	5,2
65	Pavone	Peacock	1,9
66	Pegaso	Markab	2,5
67	Perseo	Algenib	1,8
68	Pesce australe	Fomalhaut	1,2
69	Pesce volante	-	4
70	Pesci	Al Rischa	4,3
71	Poppa	Naos	2,3
72	Reticolo	-	3,4
73	Sagittario	Rukbat	4
74	Scorpione	Antares	0,9
75	Scudo	-	3,9
76	Scultore	-	4,3
77	Serpente	Unukalhai	2,7
78	Sestante	-	4,5
79	Squadra	-	4
80	Telescopio	-	3,5
81	Toro	Aldebaran	0,9
82	Triangolo	-	3,4
83	Triangolo australe	-	1,9
84	Tucano	-	2,9
85	Unicorno	-	3,9
86	Vela	-	1,8
87	Vergine	Spica	1
88	Polpetta	-	4,4

Osservazioni:

- * La stella Alfa più luminosa è Sirio (Alfa CMa) con magnitudine relativa = -1,44.
- * La stella più debole è Alfa Octantis (oscura costellazione dell'emisfero meridionale, particolare perché la più vicina al Polo Sud celeste, introdotta da Lacaille) con magnitudine relativa = 5,2.
- * Campo di variazione = $|-1,44 - 5,2| = 6,64$
- * La media delle magnitudine delle stelle Alfa è:
(S magnitudini delle stelle) / n° delle stelle =
 $= 239,07 / 88 = 2,717$
- * La mediana (valore centrale, tale che $P(x = \text{mediana}) = P(x = \text{mediana}) = \frac{1}{2}$) = 2,9
- * La moda (valore più diffuso) = 4,3
(6 stelle su 88 hanno magnitudine 4,3.)

DATI RAGGRUPPATI

Classi = classi di magnitudine

N° classe	da	a	f	Valore centrale X	X - valor medio
-3	-3	-2,01	0	-2,5	0
-2	-2	-1,01	1	-1,5	-4,217
-1	-1	-0,01	3	-0,5	-3,217
0	0	0,99	8	0,5	-2,217
1	1	1,99	12	1,5	-1,217
2	2	2,99	22	2,5	-0,217
3	3	3,99	21	3,5	0,783
4	4	4,99	19	4,5	1,783
5	5	5,99	2	5,5	2,783
6	6	6,99	0	6,5	0

Scarto quadratico medio:

$$s = \sqrt{\frac{\sum f(X - \text{valor medio})^2}{N}} = \sqrt{\frac{195,73}{88}} = \sqrt{2,22} = 1,49$$

Varianza:

$$\text{Var} = s^2 = 2,22$$

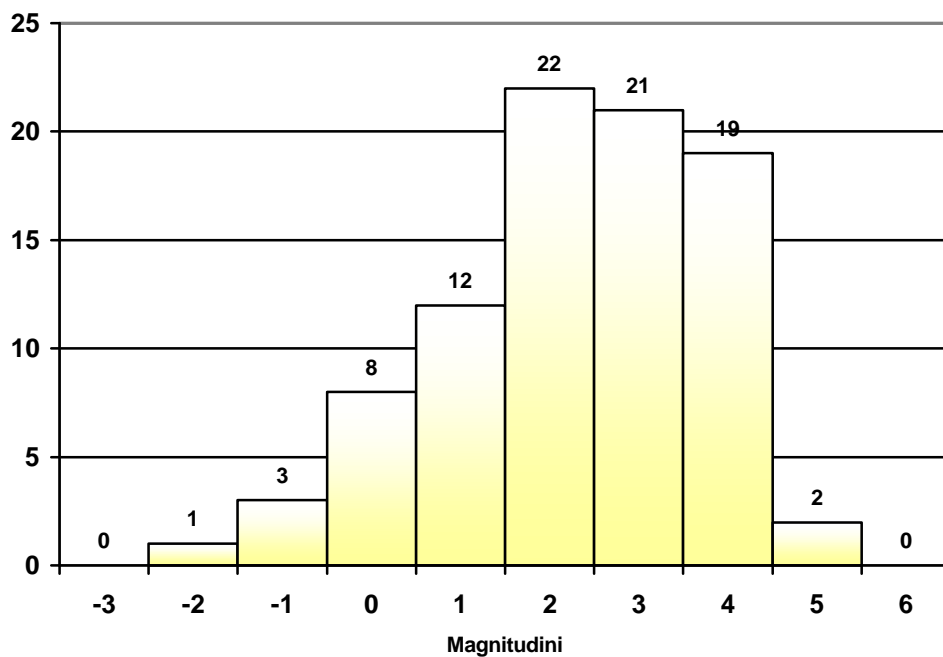
$$\text{Dispersione relativa} = \frac{\text{varianza}}{\text{media}} = \frac{2,22}{2,717} = 0,82$$

La varianza è risultata grande in quanto con 2,22 di differenza di magnitudine si passa dalla luminosità di Altair a quella di Sirio.

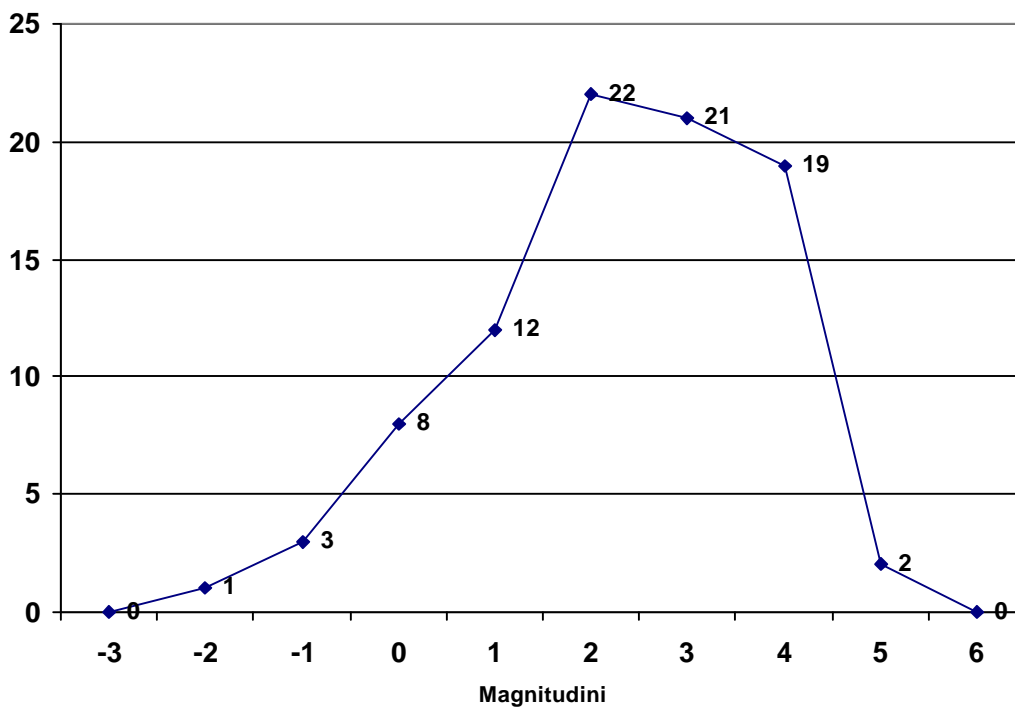
La dispersione relativa è leggermente minore, in quanto 0,82 di differenza di magnitudine indica un cambiamento di luminosità da Altair ad Arturo.

Grafici

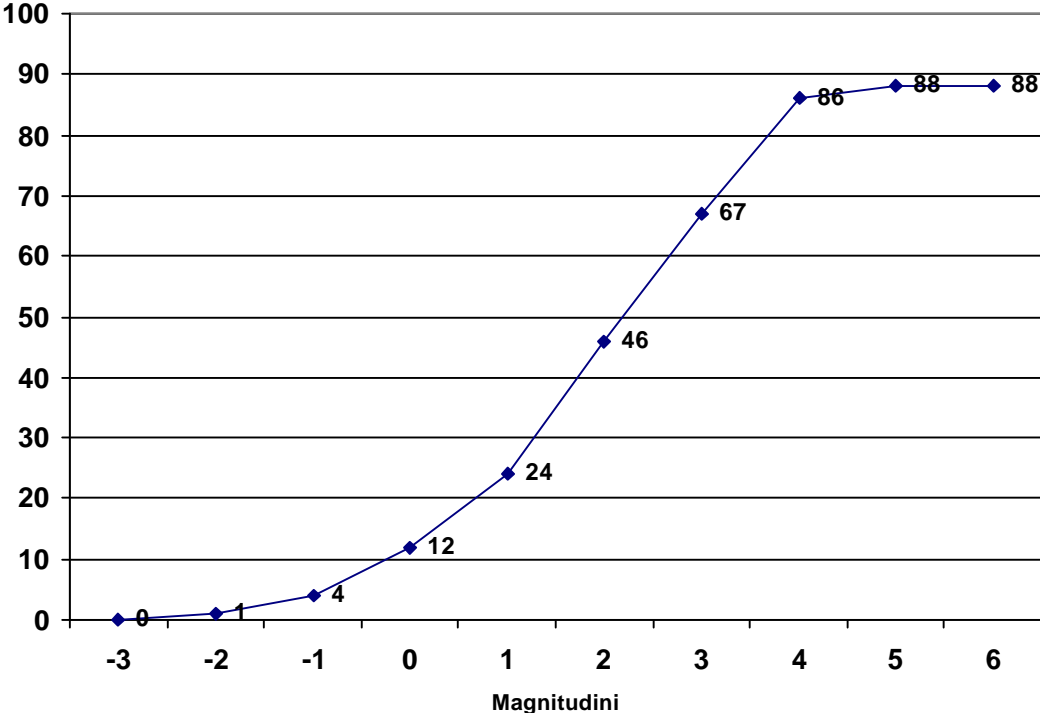
Istogramma



Poligono di frequenza



Frequenza cumulativa



SECONDA PARTE: Studio statistico sulle stelle più luminose di magnitudine 2,55 del cielo

Nel cielo le stelle con magnitudine apparente maggiore di 2,55 sono 95.

Nella seguente tabella sono riportati il nome della stella con la notazione di Bayer, il nome proprio della stella (quando presente), la magnitudine relativa e la magnitudine assoluta (magnitudine misurata a 10 parsec di distanza).

	Stella	Nome	Magnitudine Relativa	Magnitudine Assoluta
1	alfa CMA	Sirio	-1,44	1,5
2	alfa Car	Canopus	-0,62	-5,4
3	alfa Cen	Rigil Kent	-0,29	4
4	alfa Boo	Arturo	-0,05	-0,6
5	alfa Lyr	Vega	0,03	0,6
6	alfa Aur	Capella	0,08	-0,8
7	beta Ori	Rigel	0,18	-6,6
8	alfa CMi	Procyon	0,4	2,8
9	alfa Ori	Betelgeuse	0,45	-5
10	alfa Eri	Achernar	0,45	-2,9
11	beta Cen	Hadar	0,61	-5,5
12	alfa Aql	Altair	0,76	2,1
13	alfa Cru	Acrux	0,77	-4,6
14	alfa Tau	Aldebaran	0,87	-0,8
15	alfa Vir	Spica	0,98	-3,6
16	alfa Sco	Antares	1,06	-5,8
17	beta Gem	Polluce	1,16	1,1
18	alfa PsA	Fomalhaut	1,17	1,6
19	alfa Cyg	Deneb	1,25	-7,5
20	beta Cru	Mimosa	1,25	-4
21	alfa Leo	Regulus	1,36	-0,6
22	epsilon CMA	Adhara	1,5	-4,1
23	alfa Gem	Castore	1,58	0,6
24	gamma Cru	Gacrux	1,59	0,8
25	lambda Sco	Shaula	1,62	-3,6
26	gamma Ori	Bellatrix	1,64	-2,8
27	beta Tau	Alnath	1,65	-1,3
28	beta Car	Miaplacidès	1,67	-1,1
29	epsilon Ori	Alnilam	1,69	-6,6
30	alfa Gru	Alnair	1,73	-0,9
31	zeta Ori	Alnitak	1,74	-5,5
32	gamma Vel	-	1,75	-5,8
33	epsilon UMA	Alioth	1,76	-0,2
34	alfa Per	Mirphak	1,79	-4,9
35	epsilon Sgr	Kaus Australis	1,79	-1,4
36	alfa UMA	Dubhe	1,81	-1,3
37	delta CMA	Wezen	1,83	-7,2
38	eta UMA	Alkaid	1,85	-1,8
39	epsilon Car	Avior	1,86	-4,8
40	theta Sco	-	1,86	-3
41	beta Aur	Menkalinan	1,9	-0,2
42	alfa TrA	Atria	1,91	-5

43	delta Vel	-	1,93	0
44	gamma Gem	Alhena	1,93	-0,6
45	alfa Pav	Peacock	1,94	-2,1
46	alfa UMi	Polari (Cynosura)	1,97	-4,1
47	beta CMa	Mirzam	1,98	-4
48	alfa Hya	Alphard	1,99	-2,1
49	gamma Leo	Algieba	2,01	-2,2
50	alfa Ari	Hamal	2,01	0,5
51	beta Cet	Deneb Kaitos	2,04	-1
52	sigma Sgr	Nunki	2,05	-2,4
53	beta Gru	-	2,06	-1,4
54	theta Cen	Menkent	2,06	0,1
55	beta UMi	Kochab	2,07	-1,1
56	alfa And	Alpheratz	2,07	-0,6
57	beta And	Mirach	2,07	-1,9
58	kappa Ori	Saiph	2,07	-5
59	alfa Oph	Rasalhague	2,08	1,3
60	beta Per	Algol	2,09	-0,5
61	gamma And	Almaak	2,1	-3
62	beta Leo	Denebola	2,14	1,9
63	gamma Cas	-	2,15	-5
64	gamma Cen	-	2,2	-0,6
65	zeta Pup	-	2,21	-6,1
66	iota Car	Aspidiske	2,21	-4,4
67	alfa CrB	Alphekka	2,22	0,3
68	lambda Vel	-	2,23	-4,8
69	gamma Cyg	Sadr	2,23	-4,1
70	zeta UMa	Mizar	2,23	0,3
71	gamma Dra	Etamin	2,24	-1,1
72	alfa Cas	Schedir	2,24	-2,5
73	delta Ori	Mintaka	2,25	-0,6
74	beta Cas	Caph	2,27	1,2
75	epsilon Sco	-	2,29	0,1
76	alfa Lup	-	2,29	-4,1
77	epsilon Cen	-	2,29	-3,3
78	delta Sco	Alpheratz	2,29	-4,4
79	eta Cen	-	2,33	-2,8
80	beta UMa	Merak	2,34	0,4
81	epsilon Boo	Izar	2,35	-2,6
82	epsilon Peg	Enif	2,38	-5,2
83	kappa Sco	-	2,39	-3,6
84	alfa Phe	Ankaa	2,4	-0,3
85	gamma UMa	Phad	2,41	0,2
86	eta Oph	Sabik	2,43	0,8
87	beta Peg	Scheat	2,44	-1,7
88	alfa Cep	Alderamin	2,45	1,4
89	eta CMa	Aludra	2,45	-7,5
90	kappa Vel	-	2,47	-3,9
91	epsilon Cyg	-	2,48	0,7
92	alfa Peg	Merkab	2,49	-0,9
93	alfa Cet	Menkar	2,54	-1,7
94	zeta Cen	-	2,54	-2,9
95	zeta Oph	-	2,54	-4,3

(Da W.Tirion "The Cambridge Star Atlas" - Cambridge University Press, Cambridge 2001)

STUDIO DELLA MAGNITUDINE RELATIVA

- * Campo di variazione = $| -1,44 - 2,54 | = 3,98$
- * La stella più luminosa è Sirio (Alfa CMa, magnitudine apparente -1,44)
- * Le stelle più deboli sono Alfa Cet, Zeta Cen, Zeta Oph (magnitudine apparente 2,54)
- * La media delle magnitudini delle stelle più luminose di magn. 2,55 è:
$$\frac{\text{(S magnitudini delle stelle)}}{\text{n° delle stelle}} = \frac{164,88}{95} = 1,74$$
- * La mediana (valore centrale, tale che $P(x = \text{mediana}) = P(x = \text{mediana}) = \frac{1}{2}$) = 1,99
- * La moda (valore più diffuso) = 2,07
(4 stelle su 95 hanno magnitudine 2,07.)

STUDIO DELLA MAGNITUDINE ASSOLUTA

- * Campo di variazione = $| -7,5 - 4 | = 11,5$
- * Le stelle più luminose sono Deneb (alfa Cyg) e Aludra (eta CMa) con magnitudine assoluta -7,5.
- * La stella più debole è Rigil Kent (alfa Cen), con magnitudine assoluta 4.
- * La media delle magnitudini assolute è:
$$\frac{\text{(S magnitudini delle stelle)}}{\text{n° delle stelle}} = \frac{-201,3}{95} = 2,12$$
- * La mediana (valore centrale, tale che $P(x = \text{mediana}) = P(x = \text{mediana}) = \frac{1}{2}$) = -1,8
- * La moda (valore più diffuso) = -0,6
(6 stelle su 95 hanno magnitudine -0,6).

Studio della magnitudine relativa su dati raggruppati

Magnitudine relativa

N° classe	da	a	f	Valore centrale x	x - valor medio
-9	-9	-8,01	0	-8,5	-10,28
-8	-8	-7,01	0	-7,5	-9,28
-7	-7	-6,01	0	-6,5	-8,28
-6	-6	-5,01	0	-5,5	-7,28
-5	-5	-4,01	0	-4,5	-6,28
-4	-4	-3,01	0	-3,5	-5,28
-3	-3	-2,01	0	-2,5	-4,28
-2	-2	-1,01	1	-1,5	-3,28
-1	-1	-0,01	3	-0,5	-2,28
0	0	0,99	11	0,5	-1,28
1	1	1,99	33	1,5	-0,28
2	2	2,99	47	2,5	0,72
3	3	3,99	0	3,5	1,72
4	4	4,99	0	4,5	2,72
5	5	5,99	0	5,5	3,72
6	6	6,99	0	6,5	4,72

$$* \text{ Media} = (-1,5*1 - 0,5*3 + 0,5*11 + 1,5*33 + 2,5*47) / 95 = 1,78$$

$$* \text{ Mediana} = L_1 + \left\{ \frac{[(N+1)/2 - (Sf)_1]}{f_{\text{mediana}}} \right\} * c = 1 + [(48-15)/33]*1 = 2$$

Somma delle frequenze delle prime 10 classi = 15

Somma delle frequenze delle prime 11 classi = 48

$$L_1 = 1$$

N = 95 => si usa 96

$$(Sf)_1 = 15$$

$$f_{\text{mediana}} = 33$$

$$c = 1$$

$$* \text{ Moda} = L_1 + \left[\frac{?_1}{(?_1 + ?_2)} \right] * c = 2 + \left[\frac{14}{(47+14)} \right] * 1 = 2,46$$

$$L_1 = 2$$

$$?_1 = 47 - 33 = 14$$

$$?_2 = 47 - 0 = 47$$

$$c = 1$$

* Scarto quadratico medio

$$s = \sqrt{\left\{ \frac{[? f_i(x_i - \text{media})^2]}{N} \right\}} = \sqrt{\left\{ \frac{[1*(-1,5-1,78)^2 + 3*(-0,5-1,78)^2 + 11(0,5-1,78)^2 + 33(1,5-1,78)^2 + 47(2,5-1,78)^2]}{95} \right\}} = 0,87$$

* varianza $Var = s^2 = 0,75$

* dispersione relativa = varianza / media = 0,42

Sulle 95 stelle più luminose del cielo si hanno:

	Dati grezzi	Dati raggruppati
Max	-1,44 (Sirio)	-2
Min	2,54 (zeta Ophiuci)	3
Media	1,74	1,78
Mediana	1,99	2
Moda	2,07	2,46
s	0,78	0,87
Var	0,6	0,75
dispersione relativa	0,34	0,42

Magnitudine assoluta

N° classe	da	a	f	Valore centrale X	X - valor medio
-9	-9	-8,01	0	-8,5	-10,6
-8	-8	-7,01	3	-7,5	-9,6
-7	-7	-6,01	3	-6,5	-8,6
-6	-6	-5,01	9	-5,5	-7,6
-5	-5	-4,01	14	-4,5	-6,6
-4	-4	-3,01	7	-3,5	-5,6
-3	-3	-2,01	10	-2,5	-4,6
-2	-2	-1,01	12	-1,5	-3,6
-1	-1	-0,01	14	-0,5	-2,6
0	0	0,99	13	0,5	-1,6
1	1	1,99	7	1,5	-0,6
2	2	2,99	2	2,5	0,4
3	3	3,99	0	3,5	1,4
4	4	4,99	1	4,5	2,4
5	5	5,99	0	5,5	3,4
6	6	6,99	0	6,5	4,4

* Media sui dati raggruppati: $(-7,5 \cdot 3 - 6,5 \cdot 3 - 5,5 \cdot 9 - 4,5 \cdot 14 - 3,5 \cdot 7 +$
 $- 2,5 \cdot 10 - 1,5 \cdot 12 - 0,5 \cdot 14 + 0,5 \cdot 13 + 1,5 \cdot 7 + 2,5 \cdot 2 + 4,5 \cdot 1) / 95 = -2,1$

* Mediana = $L_1 + \{[(N+1)/2 - (Sf)_1] / f_{\text{mediana}}\} \cdot c =$
 $= 2 + [(48-46)/12] \cdot 1 = -1,83$

Somma delle frequenze delle prime 7 classi = 46

Somma delle frequenze delle prime 8 classi = 58

$L_1 = -2$

$N = 95 \Rightarrow$ si usa 96

$(Sf)_1 = 46$

$$f_{\text{mediana}} = 12$$

$$c = 1$$

* Moda: in questo caso ci sono due mode

$$M_1 = L_1 + [f_1 / (f_1 + f_2)] * c = -5 + [5 / (5+7)] * 1 = -4,58$$

$$L_1 = -5$$

$$f_1 = 5$$

$$f_2 = 7$$

$$c = 1$$

$$M_2 = L_1 + [f_1 / (f_1 + f_2)] * c = -1 + [2 / (2+1)] * 1 = -0,33$$

$$L_1 = -1$$

$$f_1 = 2$$

$$f_2 = 1$$

$$c = 1$$

* Scarto quadratico medio

$$s = \sqrt{\{ \sum f_i (x_i - \text{media})^2 / N \}} = \sqrt{\{ [3(-7,5+0,81)^2 + 3(-6,5+0,81)^2 + 9(-5,5+0,81)^2 + 14(-4,5+0,81)^2 + 7(-3,5+0,81)^2 + 10(-2,5+0,81)^2 + 12(-1,5+0,81)^2 + 14(-0,5+0,81)^2 + 13(0,5+0,81)^2 + 7(1,5+0,81)^2 + 2(2,5+0,81)^2 + 1(4,5+0,81)^2] / 95 \}} = 2,93$$

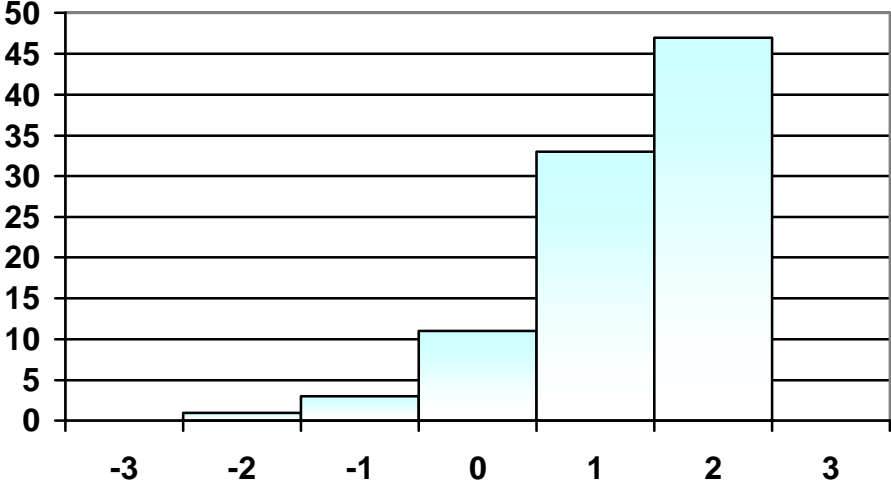
* var = $s^2 = 8,59$

* dispersione relativa = varianza / media = $6,57 / 2,12 = 3,1$

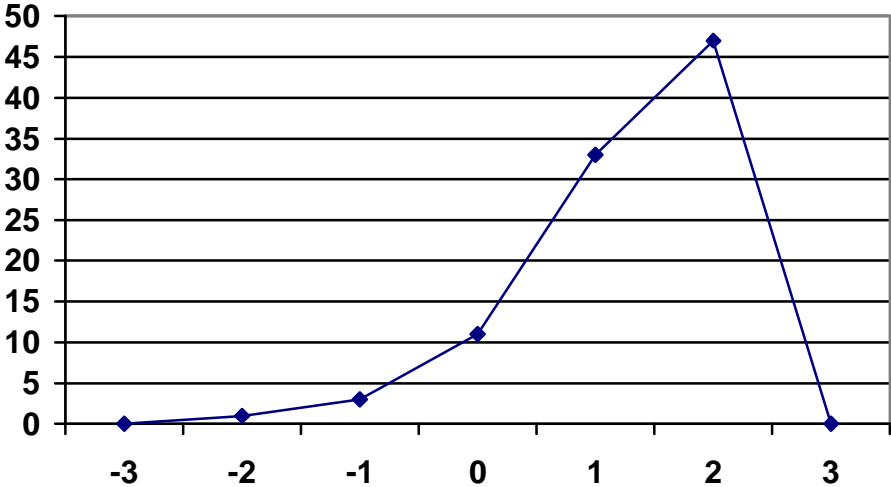
	Dati grezzi	Dati raggruppati
Max	-7,5 Deneb (alfa Cyg) e Aludra (eta CMa)	-2
Min	4 Rigil Kent (alfa Cen)	3
Media	2,12	1,78
Mediana	-1,8	2
Moda	-0,6	2,46
s	2,56	0,87
Var	6,57	0,75
dispersione relativa	3,1	0,42

Grafici

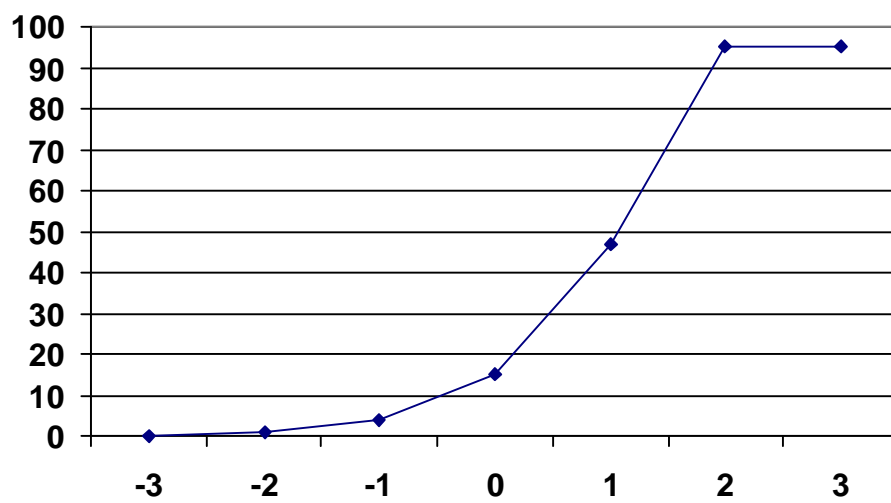
Istogramma



Poligono di frequenza

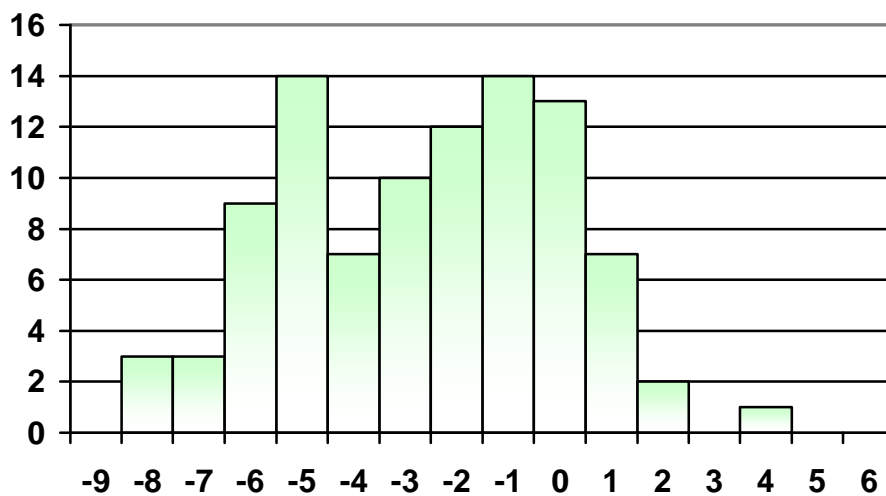


Frequenza cumulativa

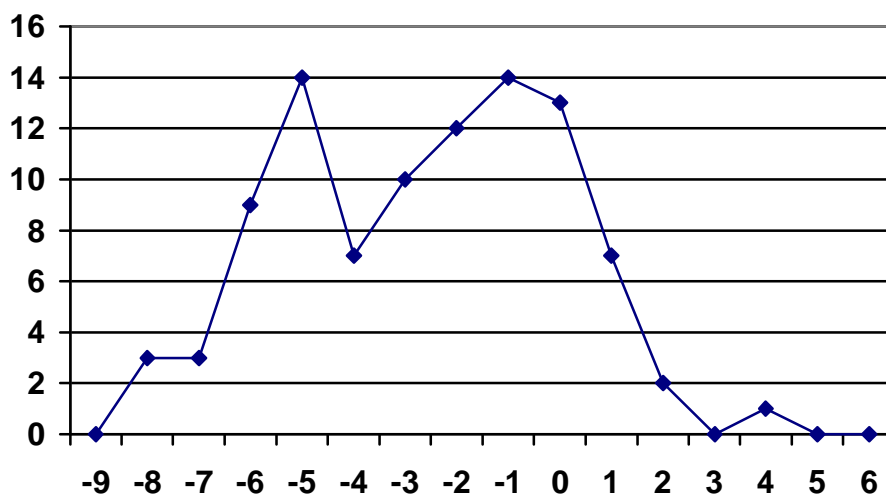


Magnitudini assolute:

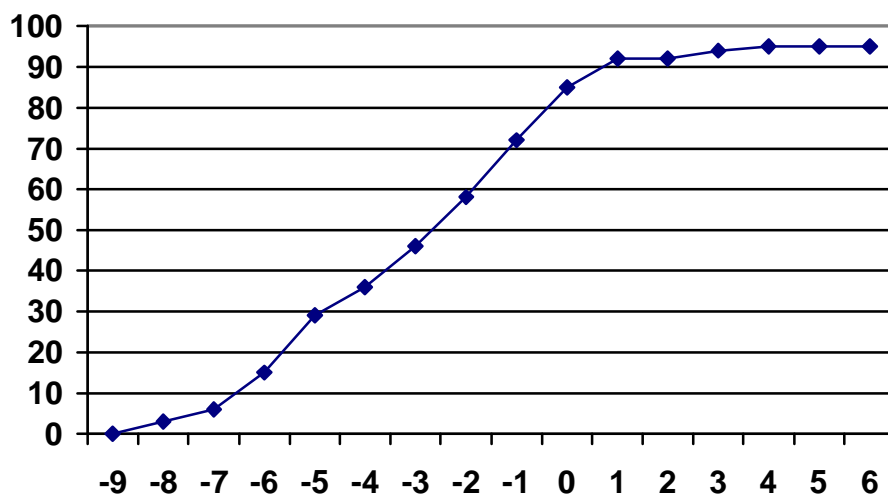
Istogramma



Poligono di frequenza



Frequenza cumulativa



Terza parte: la Formula di Drake, il più famoso studio statistico sulla nostra possibilità di entrare in contatto con vita extraterrestre.

Nel 1961, l'astronomo Frank Drake, uno dei padri fondatori del programma SETI (Search for evidence of Extra-Terrestrial Intelligent life, partito nel 1959) propose un metodo per stimare il numero di civiltà evolute nella nostra Via Lattea che sarebbero potute entrare in contatto con la Terra. Scrisse la famosa formula che porta il suo nome, partendo da una serie di interrogativi:

Quante stelle nascono ogni anno?

Quante di esse hanno pianeti?

Quanti pianeti formano questi sistemi?

Quanti di questi pianeti possono ospitare vita?

Quanti di questi pianeti hanno l'ambiente adatto per permettere a vita intelligente di svilupparsi?

Di queste civiltà intelligenti, quante producono onde radio (che permetterebbero di notarle dal nostro pianeta) e per quanto tempo?

A molte di queste domande è difficile dare una risposta esatta, ma già nel 1961 era possibile tentare di trovare delle soluzioni approssimative.

Un gruppo di scienziati, tra cui lo stesso Drake e Carl Sagan, riuniti in un gruppo che venne chiamato l'Ordine del Delfino, tentò di porre dei limiti entro i quali queste risposte dovevano cadere. Inoltre, si concentrarono nella ricerca di emissioni radio provenienti dallo spazio le cui sorgenti potevano essere pianeti abitati da intelligenze extraterrestri, ma a parte alcune sporadiche emissioni inspiegabili e molto brevi (ad esempio il "segnale Wow", captato nell'agosto del 1977 da Jerry Ehman, all'Ohio State Observatory, un rumore intermittente sulla frequenza di 21 cm trenta volte più forte della Radiazione di Fondo), la ricerca del SETI non diede risultati veramente promettenti.

La formula che Drake scrive è la seguente:

$$N = R \text{ fp } \text{ ne } \text{ fl } \text{ fi } \text{ fc } L$$

Dove:

N = numero di civiltà nella Via Lattea le cui emissioni radio sono potenzialmente rilevabili;

R = velocità di formazione di stelle (numero di stelle per anno) "adatte", tipo il Sole, all'interno della Via Lattea;

fp = frazione di queste stelle che presentano sistemi planetari;

ne = numero di pianeti per sistema con ambiente adatto alla vita;

f_l = frazione di pianeti in cui la vita si evolve;

f_i = frazione di pianeti in cui si evolve vita "intelligente";

f_c = frazione del numero di civiltà che sviluppano una tecnologia in grado di lasciare un segno della loro presenza nello spazio (ad esempio onde radio);

L = periodo di tempo in cui questa civiltà rilascia nello spazio evidenze della sua presenza come, ad esempio, onde radio.

Ora, se inseriamo nella formula una serie di numeri stimati dagli scienziati dell'Ordine del Delfino abbiamo:

R = 10 (nuove stelle ogni anno)

f_p = 0,4 (stelle con pianeti: è un dato molto difficile da ottenere in quanto le osservazioni di pianeti sono solo estremamente recenti, in quanto è molto difficile distinguere otticamente un pianeta, che non emette luce propria, dalla sua stella, e quindi ci si deve basare o sulla diminuzione di luce della stella in congiunzione col pianeta oppure a variazioni altrimenti inspiegabili del moto proprio della stella; questi metodi permettono di individuare, comunque, solo pianeti piuttosto grandi, delle dimensioni molto superiori a Giove.)

n_e = 2 (pianeti in ogni "sistema solare" potrebbero essere adatti alla vita, ad esempio, nel nostro Sistema Solare, Terra e Marte: l'Ordine del Delfino stimò un numero tra 1 e 5 sulla base di osservazioni, ma è possibile che il numero sia molto inferiore, in quanto il nostro Sistema è particolarmente ricco di elementi chimici pesanti che non si trovano facilmente in tutti gli altri luoghi dell'Universo.)

f_l = 0,5 (pianeti adatta alla vita su cui in effetti la vita si sviluppa.)

f_i = 0,5 (pianeti su cui la vita si evolve diventando intelligente)

f_c = 0,15 (civiltà che annunciano all'universo di esistere, anche involontariamente, come noi facciamo trasmettendo milioni di trasmissioni televisive.)

L = 1000 (anni in cui la civiltà continua ad emettere onde radio: la fine di queste trasmissioni può essere dovuta non solo al suicidio tecnologico che determina la fine della civiltà evoluta, ma anche al cambiamento di tipo di comunicazione, ad esempio se tutta la Terra passasse dalla TV trasmessa via onde radio alla TV via cavo).

(NB: se si ponesse 0 in qualsiasi di questi fattori, si negherebbe anche l'esistenza di vita intelligente sulla Terra.)

Inserendo questi dati nella formula di Drake si ottiene:

$$N = 10 * 0,4 * 2 * 0,5 * 0,5 * 0,15 * 1000 = 300$$

Cioè 300 civiltà potrebbero venire in contatto radio con la Terra.

Quindi, attendiamo di vedere cosa ci propongono i canali TV extraterrestri.

L'importanza delle stelle per l'uomo

Le stelle mostrate nelle migliori mappe celesti amatoriali si aggirano intorno alle 3000 (Ridpath/Tirion). Queste stelle sono visibili, in buone condizioni atmosferiche, ad occhio nudo, con binocoli o al più con piccoli telescopi: gli astrofili in generale usano i "Cinquantini" (ovvero rifrattori galileiani di 50 mm di diametro, con lenti all'obiettivo e all'oculare) oppure riflettori newtoniani (i più diffusi hanno 114 mm di apertura e 900 mm di lunghezza focale, uno specchio parabolico che concentra la luce su uno specchio piatto che la convoglia nell'oculare).

Alcune stelle multiple delle mappe non sono risolvibili singolarmente ad occhio nudo, ma è possibile distinguerle con piccoli strumenti.

Naturalmente è più semplice vedere una stella di magnitudine più alta (ad esempio Sirio, -1,44) rispetto a stelle poco luminose. In teoria, comunque, dovremmo avere la possibilità di vedere non solo le stelle più luminose, ma anche la scia bianca della Via Lattea, la nostra galassia, formata da stelle di magnitudine così bassa da non potere essere risolte ad occhio nudo, ma che nell'insieme danno l'impressione di una striscia lattiginosa che attraversa il cielo ad ascensione retta approssimativamente uguale alla latitudine del luogo (ovvero, dall'Italia all'incirca a 45° sull'orizzonte).

Purtroppo nel giro di pochi anni lo spettacolo della Via Lattea e le stelle più deboli sono stati coperti dall'inquinamento, sia da smog che luminoso. Quest'ultimo è dovuto alla quantità di luci che vengono tenute accese durante la notte nelle città (tre le più deleterie quelle degli stadi), che, riflettendosi e rifrangendosi nell'atmosfera non più pulita, rendono il cielo opaco e non permettono alla luce delle stelle di raggiungere la Terra.

Un esempio, oltre alla Via Lattea, ormai sconosciuta alle nuove generazioni, sono le Pleiadi (le "Sette Sorelle"), un piccolo ammasso aperto di spettacolari giganti blu che si trova nella costellazione del Toro: è il più luminoso e famoso del cielo, ma nonostante ciò è ormai difficile vederlo a occhio nudo anche da città come Como.

La stella più luminosa delle Pleiadi (Alcyone) ha una magnitudine di 2,5, ciò significa che stelle di magnitudine apparente inferiore sono oggi invisibili dai nostri cieli. Dalla statistica si vede che le stelle con magnitudine apparente maggiore di 2,5 sono 92 (su 3000), distribuite su tutta la sfera celeste.

Il fatto che la media della magnitudine apparente delle stelle alfa sia 2,7 indica che molte delle costellazioni del cielo non sono più visibili, essendo la stella alfa generalmente la più luminosa nel suo raggruppamento.

Ciò significa che, se l'inquinamento luminoso e da smog continuerà ad aumentare, dovremo aspettarci, per il futuro, uno spaventoso cielo privo di stelle.

"I Want to Believe"

«Volevamo credere. Volevamo chiamarli. Il 22 agosto e il 15 settembre 1977 due sonde spaziali furono lanciate dalla base missilistica di Cape Kennedy, in Florida. Erano state chiamate Voyager. Ognuna delle due portava un messaggio: un disco dorato con la registrazione di immagini, musica e suoni del nostro pianeta, progettato in modo da poter essere compreso, se mai intercettato, da una civiltà extraterrestre tecnologicamente avanzata. Quattordici anni dopo il lancio, Voyager superava il piano orbitale di Nettuno, uscendo così dal sistema solare. Nel frattempo non erano stati inviati altri messaggi, non era previsto.

Volevamo ascoltare. Il 12 ottobre 1992, la NASA iniziava il rilevamento di microonde ad alta risoluzione, un programma decennale in cui un radio telescopio avrebbe esaminato dieci milioni di frequenze alla ricerca di trasmissioni proveniente da intelligenze extraterrestri. Un anno dopo, il neo-eletto senatore del Nevada Richard Bryan faceva approvare un emendamento che annullava il progetto. Volevamo credere, a le attrezzature vennero portate via. [...] Chiusero i nostri occhi, le nostre voci furono messe a tacere. Le nostre orecchie ormai non posso ascoltare ciò che potrebbe venire dallo spazio più remoto.»

(Glen Morgan & James Wong - "Little Green Men" - X-Files 2x01)

"Qual è la stella più importante del cielo?" La risposta ovvia a questa domanda è "il Sole". La nostra stella diurna, con la sua magnitudine apparente di -26,8, dà la luce e il calore che sono necessari alla vita. Senza il Sole la vita sul nostro pianeta sarebbe impensabile. Ma anche se la sua magnitudine apparente fosse diversa, la vita sarebbe certamente differente, o impossibile. Su Mercurio, dove il Sole è troppo vicino, fa troppo caldo per vivere. Su Plutone, dove il Sole appare ormai solo come una piccola stella poco più luminosa delle altre, fa troppo freddo.

La magnitudine assoluta del Sole è molto inferiore (4,8) e questo lo pone tra le stelle medio-piccole. Secondo molti scienziati è proprio questo suo essere "nella media" che ha fatto del Sole la stella ideale per la vita e, soprattutto, per la vita intelligente.

Guardando le magnitudini assolute delle altre stelle, si nota che sono in realtà tutte più luminose e calde del nostro Sole, e ciò fa di loro presumibilmente stelle inadatte alla vita su eventuali pianeti nei loro sistemi.

Queste stelle sono state senza dubbio importanti dal punto di vista della civiltà (in quanto in esse l'uomo ha sempre visto divinità e miti, ha sviluppato l'immaginazione e l'arte poetica), dell'esplorazione (come punti di riferimento per l'orientamento), della conoscenza scientifica (poiché le stelle ci permettono di capire molte cose sul mondo e sull'universo).

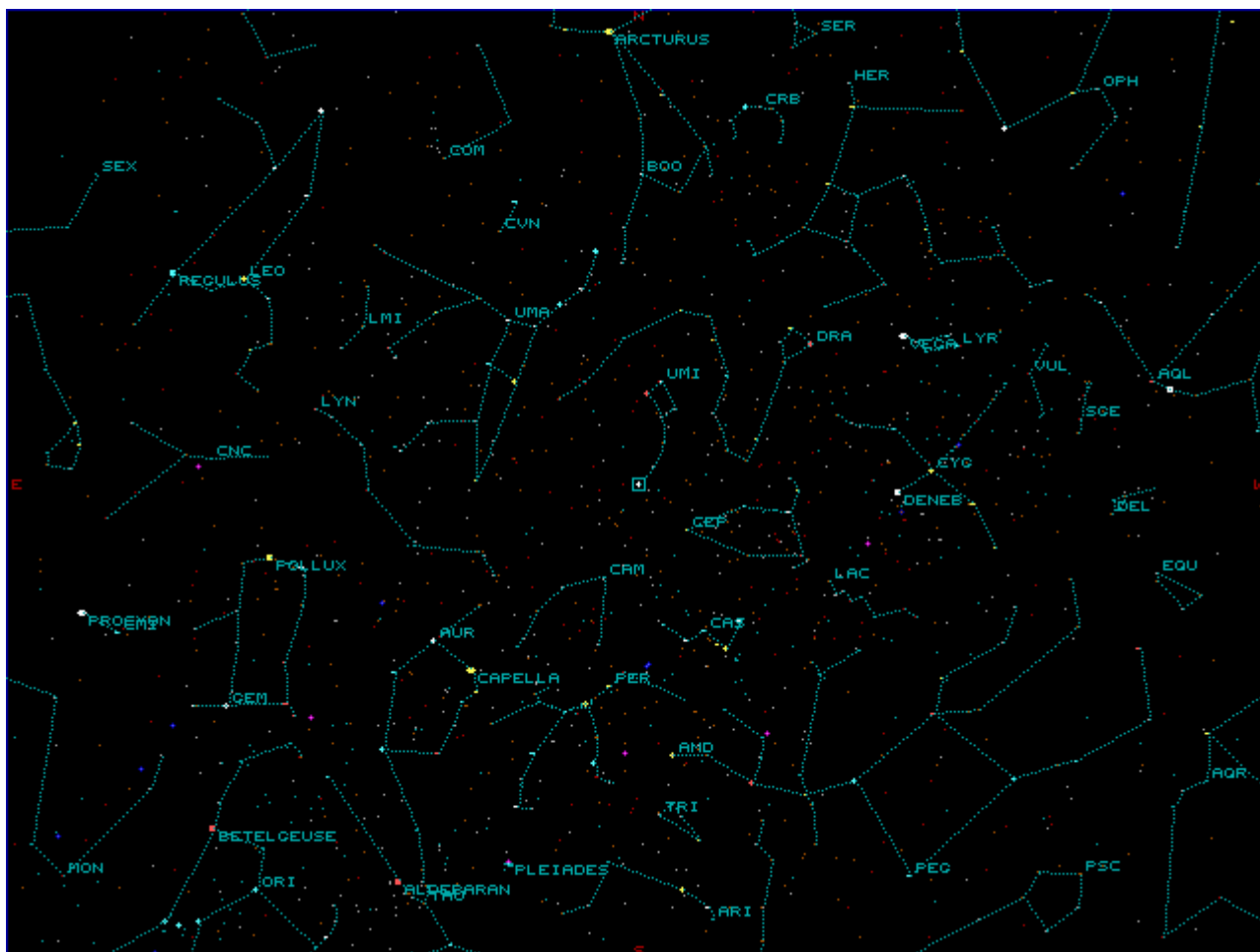
Quindi quelle che, escludendo il Sole, consideriamo le stelle più importanti, quasi certamente non lo sono da un punto di vista esobiologico. Invece, piccole stelle di magnitudine minore di 5 potrebbero essere la culla di nuove civiltà.

Secondo la stima dell'Ordine del Delfino, dovremo essere in grado di entrare in contatto radio con 300 civiltà.

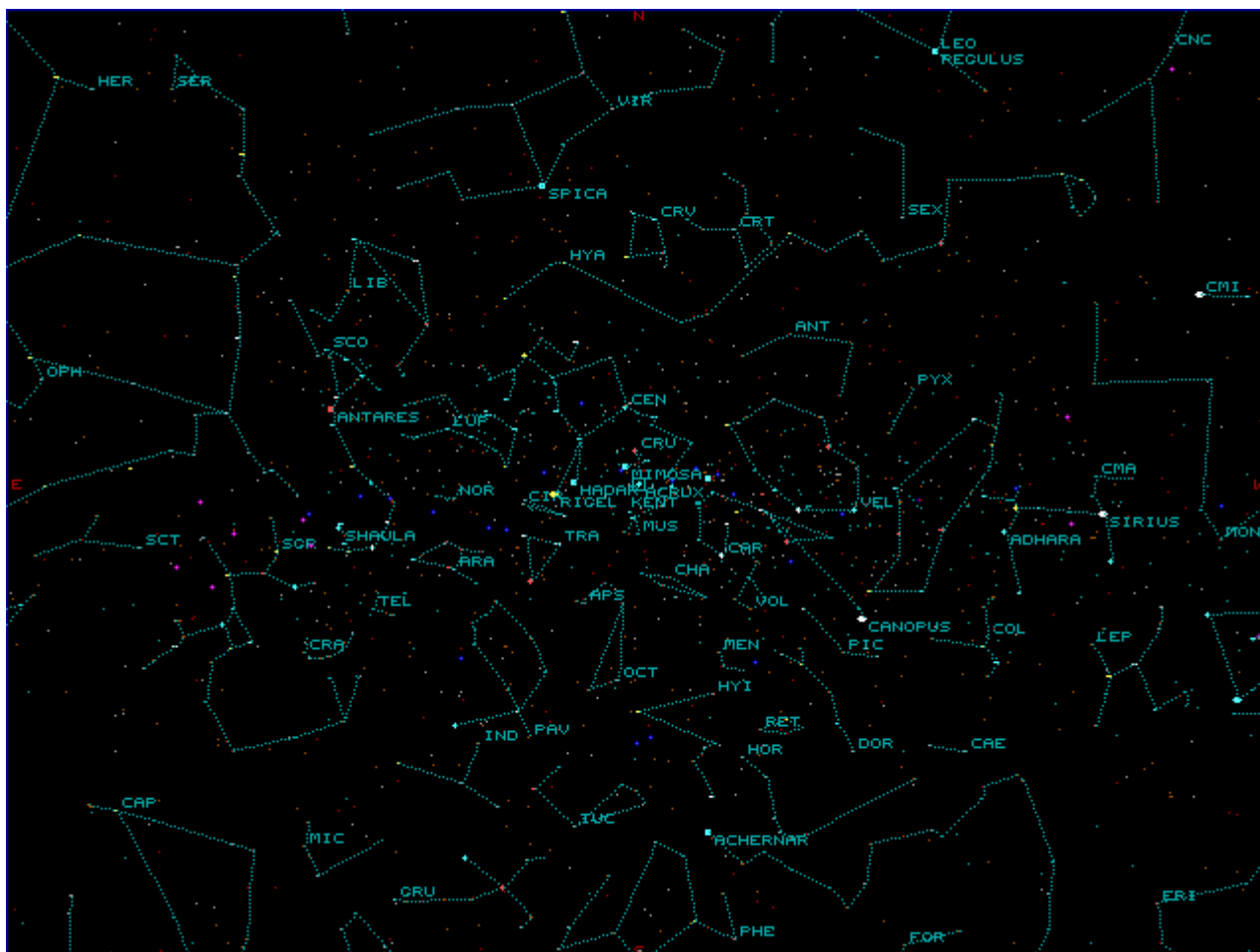
La domanda più naturale che ci si può porre vedendo una probabilità così alta è "come mai, allora, non c'è ancora alcuna prova dell'esistenza di 'alieni'?"

La stima dell'Ordine del Delfino è, appunto, solo una stima. Con numeri più pessimistici si può scendere fino a una sola civiltà (la nostra). Ma anche se fossero in effetti trecento, abbiamo iniziato da poco ad ascoltare dallo spazio. Il progetto SETI ha avuto molti problemi e ostacoli, non sappiamo in realtà su quale frequenza ascoltare, né dove puntare i nostri radiotelescopi... Lo spazio è troppo immenso, ma è proprio questa grandezza che dà a molti l'assoluta certezza che qualcuno là fuori sta propagando onde radio nello spazio. Come ha detto Carl Sagan, "Se là fuori non ci fosse nessuno, sarebbe un gran spreco di spazio".

Mappa del cielo boreale



Mappa del cielo australe





Bibliografia

- "Beyond the Drake Equation", <http://www.ecn.org/>, Gennaio 2004
"EZ-Cosmos" - Astrosoft, Inc., 1990
"Guida delle Stelle e dei Pianeti" di I.Ridpath e W.Tirion -
Franco Muzzio Editore, Padova 1988
"StarTrax" - Warme Software, 1995
"Statistica" - A.Ciullini, Como 2003
"The Cambridge Star Atlas" W.Tirion - Cambridge University Press,
Cambridge 2001

Un profondo ringraziamento a Fiorangela Monti
e Franz Fioravanti per il beta-reading
e ad Alessio Sanguineti e Milo Gensini per le formule.

*Dedicato a Wil Tirion, un uranografo così speciale da
regalarmi il suo "Cambridge Star Atlas" autografato.*