

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCX.

1913

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1913

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

pervenute all'Accademia durante le ferie del 1913.

(Ogni Memoria o Nota porta a piè di pagina la data d'arrivo).

Astronomia. — Statistica delle protuberanze del sole negli ultimi cicli osservati della sua attività ⁽¹⁾. Nota del Socio ANNIBALE RICCÒ ⁽²⁾.

Osservazioni e strumenti. — Avendo cominciato a fare la statistica delle protuberanze solari nei 40 anni a cui si estendono le osservazioni visuali raccolte dalla Società degli spettroscopisti italiani, ho incontrato grandi difficoltà, dipendenti specialmente dalla differente dispersione degli spettroscopii adoperati dai vari osservatori, ed ho differito la continuazione di quel grave lavoro finchè sarà stabilito un metodo per rendere per quanto è possibile comparabili tra loro le osservazioni di diversa origine.

Ho pensato quindi di fare intanto la statistica dei tre ultimi cicli undecennali di osservazioni visuali, eseguite in Sicilia da me o sotto la mia direzione, per le quali la differenza di dispersione degli strumenti usati (quantunque *diversi*) è stata poco rilevante, per cui la serie di questi 33 anni di osservazioni (1880-1912) può ritenersi abbastanza omogenea.

Nel 1° ciclo, dal 1880 al 1890, le osservazioni sono state fatte in Palermo con un refrattore Merz di 0^m.25 apertura e con un spettroscopio Tauber avente due prismi di Amici a visione diretta, composti ciascuno di 5 elementi; dal 1891 al 1906 le osservazioni sono state fatte a Catania con un obbiettivo Merz di 0^m.30 apertura libera ed uno spettroscopio con reticolo a diffrazione di Rutherford, nello spettro di 2° ordine; dal 1902 al 1909, essendo stato applicato lo spettreliografo al refrattore Merz, si è

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nel R. Osservatorio di Catania, agosto, 1913.

⁽²⁾ Pervenuta all'Accademia il 15 settembre 1913.

adoperato per le protuberanze l'equatoriale Cooke di 0^m.15 apertura con uno spettroscopio Browning a due prismi di 60°; nel 1909, per aumentare la

dispersione, si è aggiunto un terzo prisma di 60°, e così si sono fatte le osservazioni fino a tutto il 1912.

Il numero dei giorni di osservazione ed il numero delle protuberanze di altezza uguale o maggiore di 30" nei tre cicli ed in totale sono:

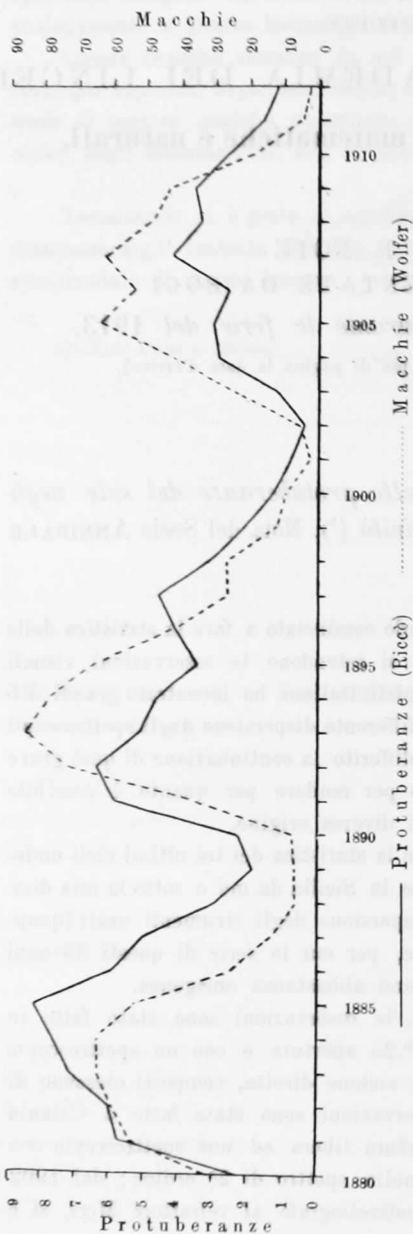
CICLI DELL'ATTIVITÀ SOLARE	1880-90	1891-901	1902-12	1880-12
Giorni d'osserv.	1607	2277	2051	5935
N. delle protub.	7667	8795	5071	21533

cioè le osservazioni sono state fatte complessivamente in circa metà dei 12050 giorni contenuti nei tre cicli.

Elaborazione. — In questa statistica, come sempre, noi abbiamo ritenuto come protuberanze distinte quelle che sono separate le une dalle altre dalla base alla cima; abbiamo considerato soltanto le protuberanze di altezza eguale o superiore ai 30", quantunque nelle osservazioni si tenga conto e si rappresenti in disegno ogni ineguaglianza della cromosfera. Si è adottata questa limitazione per non aggravare troppo il lavoro; Fényi ⁽¹⁾ poi ha dimostrato che tale soppressione delle minori protuberanze non cambia il carattere del risultante andamento del fenomeno delle protuberanze.

La compilazione delle statistiche annuali è stata fatta generalmente da me, eccetto nel periodo 1892-1905 in cui fu eseguita da Mascari, però seguendo i miei metodi.

Lo stato del cielo, e quindi le stagioni, esercitano grande influenza sulla osservazione delle protuberanze



⁽¹⁾ Memorie della Soc. degli spettr. ital., vol. XXXVII, pag. 190.

solari, assai più grande che sulla osservazione delle macchie; tale influenza generalmente risulta pressochè eguale nell'insieme di ciascuno degli anni diversi: perciò la media annua della frequenza diurna delle protuberanze (numero delle protuberanze diviso per il numero dei giorni d'osservazione) è la più sicura: però, anche nelle due metà dell'anno civile vi è una certa compensazione od eguaglianza della detta influenza; perciò nella tabella seguente diamo le medie annue e semestrali della detta frequenza; ma nell'unito grafico la linea che rappresenta l'andamento della frequenza delle protuberanze ha per ordinate le medie annue ed è confrontata colla linea dei numeri relativi annui, non ragguagliati, di Wolf e Wolfer per le macchie solari, i quali ne rappresentano la frequenza osservata.

Andamento della frequenza delle protuberanze. — Confrontando i due grafici, si vede una analogia generale nell'andamento dei due fenomeni. Vi sono tratti in cui i due grafici sono abbastanza prossimamente paralleli, ma in altri casi sono discordanti, mostrando nell'insieme una qualche indipendenza dei due fenomeni. Nell'insieme prevale una tendenza delle protuberanze al ritardo rispetto alle macchie.

L'ascensione dal minimo al massimo in entrambi i fenomeni è più rapida della discesa dal massimo al minimo.

Massimi e minimi. — Prossimamente le epoche dei massimi, e più ancora quelle dei minimi, delle protuberanze, coincidono con quelle delle macchie; infatti si ha:

Macchie: Massimi: 1883, 1893, 1905. Minimi: 1889, 1901, 1913? (¹)
Protuberanze: " 1885, 1892, 1907. " 1889, 1902, 1913?

Volendo precisare alquanto meglio le epoche critiche delle protuberanze, ci possiamo riferire alle medie semestrali, ed allora otteniamo:

Massimi: 1885 II^s; 1892 II^s; 1907 II^s. Minimi: 1890 I^s; 1902 II^s; 1913 I^s?

Non credo convenga spinger oltre la determinazione delle dette epoche ai trimestri ed ai mesi, in causa della accennata influenza delle stagioni.

I massimi della frequenza da noi osservati nelle medie mensili sono:

1885	1892	1907
settembre 10.3	settembre 8.9	settembre 5.5.

Il massimo numero di protuberanze osservato in un giorno sono:

1885	1892	1907
24 settembre n. 18)	21 settembre n. 16	5 dicembre n. 12.
27 ottobre n. 18)		

(¹) Alla fine del 1912 il minimo dell'attività solare non si era ancora verificato; neppure è sicuro che abbia avuto luogo nel 1° semestre 1913.

I minimi della frequenza osservati nelle medie mensili è:

1890	1902	1913 ?
maggio 1.5	ottobre 0.1	giugno ? 0.8 ;

e le protuberanze alte 30" o più, sono mancate per giorni:

1890	1902	1913
maggio: 38 %	novembre: 92 %	giugno ? : 50 %

Durata dei cicli. — Quanto alla durata dei tre cicli, ammettendo con Respighi (1) che il massimo precedente abbia avuto luogo nel II semestre 1871 e che il minimo precedente abbia avuto luogo nel 1° semestre, cioè nel marzo 1878 (il minimo delle macchie si è verificato alla fine dello stesso anno), dalle medie semestrali date sopra si ha, in anni e semestri:

Durata dei cicli fra i minimi:	I 12 ^a	II 12 ^a 1/2	III 10 ^a 1/2
" " " " " " " "	massimi: I 14 ^a	II 7 ^a	III 15 ^a

dove si vede la notevole irregolarità della durata, che si verifica pure per le macchie, ma in grado minore.

Gli intervalli da minimo a massimo nei successivi cicli delle nostre osservazioni delle protuberanze sono:

I 7 ^a 1/2	II 2 ^a 1/2	III 5 ^a .
----------------------	-----------------------	----------------------

Gli intervalli tra i massimi ed i minimi sono:

I 4 ^a 1/2	II 10 ^a	III 5 ^a 1/2 ?
----------------------	--------------------	--------------------------

Anche questi intervalli sono molto ineguali; nell'insieme, i primi sono più brevi dei secondi, come abbiamo detto risultare pure dal grafico.

La durata media dei cicli delle protuberanze ricavata dai minimi della frequenza media annuale, è:

$$(1913?-1878): 3 = 11^a.7;$$

ricavata dai massimi è:

$$(1907-1871): 3 = 12^a.$$

Corrispondentemente per le macchie si ha dai minimi

$$(1913?-1878): 3 = 11^a.7;$$

dai massimi:

$$(1905-1870): 3 = 11^a.7.$$

Dunque la durata media del ciclo delle protuberanze coincide prossimamente con quella delle macchie.

(1) R. Acc. dei Lincei, anno CCLXXXII, 1884-85. Nota VIII, pag. 20.

L'intervallo medio tra massimo e minimo dal detto risulta:

$$(7^a + 7^a + 10^a + 5^a) : 4 = 7^a.25$$

L'intervallo medio fra minimo e massimo:

$$(5^a + 7^a + 3^a + 5^a) : 4 = 5^a.$$

Dunque l'intervallo fra massimo e minimo è maggiore di quello fra minimo e massimo, come ordinariamente nelle macchie.

Diminuzione da un ciclo all'altro. — Confrontando i cicli fra di loro, si nota che i massimi di frequenza diurna delle protuberanze vanno continuamente diminuendo, mentre ciò non ha avuto luogo per le macchie; infatti si ha:

	I	II	III
Medie annuali massime delle protuberanze . . .	8.2	6.4	4.3
Medie semestrali " " . . .	9.5	7.1	4.7
Numeri relativi annuali massime delle macchie .	63.7	84.9	63.5

Anche le frequenze medie degli 11 anni costituenti all'incirca ciascun ciclo sono andate diminuendo per le protuberanze, avendosi:

Media frequenza diurna dei cicli: I 5.0 II 3.8 III 2.4

Complicazione crescente nei cicli successivi. — Si noterà pure la crescente complicazione della forma dei cicli: nel primo si ha nelle medie annuali un solo massimo deciso, nel secondo se ne hanno due, nel terzo se ne hanno tre, poco spiccati.

Altezza media delle protuberanze. — Delle dimensioni delle protuberanze, considerando l'altezza, la cui determinazione non presenta la ambiguità della base, nè la complicazione dell'area, si nota nella tabella che l'altezza annua media delle protuberanze, alte 30" o più, non varia molto nei cicli: da 40" a 50"; però in generale ha i maggiori valori presso le epoche di massimo di frequenza, ed i minori presso le epoche di minima frequenza.

Ciclo precedente. — Certamente tre cicli non sono sufficienti per dare risultati sicuri e generali, e quindi sarebbe stato desiderabile estendere indietro questa statistica fino alle prime osservazioni spettroscopiche delle protuberanze, che dopo la celebre scoperta di questo metodo d'osservazione, fatta da Lockyer e Janssen nel 1868, furono intraprese in Italia sistematicamente e quotidianamente, da Respighi dall'ottobre 1869, da Secchi dall'aprile 1871, da Tacchini dal luglio dello stesso anno; ma mi sono astenuto dal fare tale estensione per i seguenti motivi:

a) il ciclo precedente 1867-1878 sarebbe incompleto, mancando totalmente le osservazioni nel 1867 (epoca del minimo delle macchie), nel 1868 ed in gran parte del 1869;

b) le osservazioni negli altri anni sono state fatte da osservatori diversi, con strumenti diversi, con metodi di osservazione, misura, separazione e numerazione delle protuberanze, diversi; quindi avrei incontrato le stesse gravi difficoltà che mi arrestarono nel fare la statistica di 40 anni cui ho accennato prima;

c) essendo quelle osservazioni fatte da altri, non mi sono ritenuto per ora autorizzato a servirmene, trattandole a mio arbitrio.

Però da esse si possono ricavare dei dati che non hanno bisogno di discussione, o riduzione, e che sono molto importanti per estendere la cognizione del fenomeno delle protuberanze nei 40 ultimi anni.

1) Il massimo precedente ha avuto luogo, secondo Respighi, Secchi e Tacchini, nell'estate 1871 ⁽¹⁾, probabilmente in luglio.

2) Il minimo seguente ha avuto luogo al principio del 1878, e secondo Tacchini in gennaio, secondo Respighi in marzo ⁽²⁾.

3) Quindi l'intervallo di tempo fra massimo e minimo del ciclo in discorso è circa $6^{\text{a}} \frac{1}{2}$.

4) Il massimo del 1871 è stato più forte del seguente: secondo Respighi ⁽³⁾, nel rapporto di 36 : 31 per tutte le protuberanze, nel rapporto di 2 : 1 per le protuberanze di altezza uguale a 55" o più. Anche per le macchie il massimo primo nominato è stato molto più forte del seguente. Respighi ⁽⁴⁾ dice pure che la violenza delle esplosioni, manifestata dai movimenti rapidi delle protuberanze e dalla abbondanza delle eruzioni metalliche, nel massimo del 1871 è stata molto maggiore che non nel massimo seguente.

5) Dunque la diminuzione del fenomeno delle protuberanze data fin dal ciclo precedente a quelli da noi osservati ed è stata continua nei quattro cicli, da che si fanno osservazioni spettroscopiche delle protuberanze. Infatti ammettendo, secondo Respighi, il rapporto 36 : 31 del massimo del 1871 a quello dal 1885, la frequenza diurna media degli anni dei massimi sarebbe :

1871	1885	1892	1907
9.5	8.2	7.4	4.3

Inoltre le nostre osservazioni danno come frequenza media degli 11 anni di ciascuno dei tre ultimi cicli valori pure decrescenti, come si è detto sopra.

⁽¹⁾ R. Acc. dei Lincei, anno CCXXXVII, Nota VIII, pag. 20. Le Soleil, volume II, pag. 160. Mem. della Soc. degli spettr. italiani, vol. VI, pag. 52.

⁽²⁾ Mem. della Soc. degli spettr. ital., vol. VIII, pag. 51. Reale Acc. dei Lincei, anno CCLXXXII, 3884-3885, Nota VII, pag. 13.

⁽³⁾ R. Acc. dei Lincei, anno CCLXXXIII, Nota VIII, pag. 21.

⁽⁴⁾ loco citato.

ANNO	Numero dei giorni d'osservazione	Numero delle protuberanze	Frequenza diurna media delle protuberanze		Altezza media diurna delle protuberanze	Numeri relativi delle macchie (Wolfer)
			Annuale	Semestrale		
1880	89	200	2,3	2,1 2,4	40	32,3
1881	109	629	5,8	5,1 6,3	47	54,3
1882	148	885	6,0	5,7 6,2	47	59,7
1883	118	844	7,2	7,8 6,6	48	63,7
1884	89	683	7,7	7,7 7,7	46	63,5
1885	165	1360	8,2	6,5 9,5	50	52,2
1886	169	989	5,9	5,7 6,0	47	25,4
1887	144	721	5,0	4,7 5,3	47	13,1
1888	196	565	2,9	3,2 2,6	47	6,8
1889	187	354	1,9	2,0 1,8	46	6,3
1890	193	437	2,3	1,7 2,8	47	7,1
1891	150	889	5,9	5,2 6,4	49	35,6
1892	211	1341	6,4	5,5 7,1	48	73,0
1893	219	1119	5,1	5,2 5,0	49	84,9
1894	247	1165	4,7	4,7 4,7	50	78,0
1895	256	885	3,5	3,0 3,8	49	64,0
1896	232	953	4,1	3,5 4,7	45	41,8
1897	217	997	4,6	4,8 4,4	49	26,2
1898	198	643	3,25	3,2 3,3	47	26,7
1899	214	455	2,1	2,6 1,6	45	12,1
1900	188	241	1,3	1,5 1,1	43	9,5
1901	173	144	0,8	0,8 0,9	41	2,7
1902	183	82	0,45	0,6 0,3	42	5,0
1903	176	209	1,2	1,0 1,4	41	24,4

ANNO	Numero dei giorni d'osservazione	Numero delle protuberanze	Frequenza diurna media delle protuberanze		Altezza media diurna delle protuberanze	Numeri relativi delle macchie (Wolfen)
			Annuale	Semostrale		
1904	190	551	2,9	2,5 3,3	44	42,0
1905	172	520	3,05	3,3 2,8	44	63,5
1906	177	469	2,6	3,9 1,4	44	53,8
1907	192	829	4,3	3,8 4,7	42	62,0
1908	207	705	3,4	4,2 2,7	46	48,5
1909	181	661	3,6	3,0 4,1	49	43,9
1910	200	515	2,6	3,2 2,1	49	18,6
1911	184	298	1,6	1,7 1,6	46	5,7
1912	189	232	1,2	1,0 1,4	48	3,6

RIASSUNTO. — Dai risultati delle nostre osservazioni, insieme con quelli che vi si possono unire dalle osservazioni precedenti, si ha quanto segue, rispetto ai quattro cicli undecennali delle protuberanze, osservati finora:

1) La linea rappresentante l'andamento della frequenza delle protuberanze ha un certo parallelismo con quella dei numeri relativi delle macchie, ma non completo. Vi è una tendenza delle protuberanze a ritardare rispetto alle macchie.

2) Le epoche dei massimi e, più approssimativamente, quelle dei minimi delle protuberanze, coincidono con quelle macchie.

3) La durata dei cicli delle protuberanze è prossimamente eguale a quella undecennale delle macchie.

4) L'intervallo tra il minimo ed il massimo è minore dell'intervallo fra il massimo ed il minimo, come succede per le macchie.

5) L'altezza media delle protuberanze nei vari anni cambia poco; però presso all'epoca di massima frequenza si hanno anche le massime altezze medie, e presso ai minimi di frequenza le minime altezze medie.

6) L'attività solare nella produzione delle protuberanze è andata diminuendo successivamente nei quattro cicli.

7) L'andamento dei cicli è divenuto sempre più complicato.