

SOPRA UN' ESTENSIONE ALLE ECLISSI PAR- ZIALI DI SOLE DEL METODO DI JULIUS PER LA DETERMINAZIONE DELL' OSCURAMENTO AL BORDO SOLARE (*)

(Con due figure)

MASSIMO CIMINO

SVMMARYM. — Rationem a JULIO concepta ad solaris marginis obscurationem determinandam Auctor ad ipsius solis minutionem applicare vult. Quod multa praestitutum est commoda, inter quae illud praecipue, quod facilius eligi possit excelsus locus ad observationes peragendas.

Haec ratio probatur, satis felici exitu, per dimensiones radiationis solaris, quas Auctor peregit in Observatorio Montis Marii, inter solis deminutionem die 9 iul. 1945.

1. GENERALITÀ SUL METODO DI JULIUS. — In occasione dell'eclisse di Sole del 9 luglio 1945, visibile a Roma soltanto come parziale, l'Osservatorio Astronomico di Monte Mario ha svolto un programma di osservazioni inteso a determinare i tempi esatti dei contatti esterni con metodi ed osservatori differenti, ed a misurare durante lo svolgersi del fenomeno la variazione della radiazione solare. Quest'ultimo compito è stato portato a termine dallo scrivente, che si era pure proposto di verificare, attraverso tali misure, fino a qual punto fosse praticamente estensibile anche ad una eclisse parziale il metodo ideato da

(*) Nota presentata dall'Accademico Pontificio Giuseppe Armellini l'8 gennaio 1946.

W. H. JULIUS ⁽¹⁾ per la determinazione dell'oscuramento al bordo solare, metodo che fino ad oggi è stato applicato esclusivamente alle eclissi totali ed anulari.

Il JULIUS è stato il primo a rilevare che il fenomeno dell'oscuramento al bordo solare - vale a dire la diminuzione di splendore che si osserva sul disco apparente del Sole procedendo dal centro verso la periferia - è sensibilmente alterato dalla presenza della atmosfera terrestre. Questa infatti, col diffondere in parte la luce solare, viene a formare come un velo luminoso sul percorso dei raggi, il quale tende ad attenuare i contrasti di luminosità delle varie zone del disco solare e a mascherare perciò una parte dell'oscuramento al bordo. Per ovviare a tale inconveniente il JULIUS ebbe l'idea di utilizzare le misure della radiazione solare che sogliono effettuarsi durante le eclissi di Sole.

Suppongasì di dividere idealmente il disco solare in un certo numero n di corone circolari concentriche e di chiamare con x_1, x_2, \dots, x_n le incognite radiazioni (misurate in unità arbitrarie) che ci provengono dall'unità (pur essa arbitraria) di superficie della prima, seconda, ..., ennesima corona rispettivamente. Se chiamiamo allora con $\Delta(t)$ la diminuzione della radiazione solare riscontrata dopo l'intervallo di tempo t a partire dal primo contatto, e con $a_1(t), a_2(t), \dots, a_n(t)$ le aree della prima, seconda, ..., ennesima corona che, *nello stesso istante*, risultano occultate dal disco lunare, dovrà ovviamente essere verificata l'equazione:

$$[1] \quad a_1(t)x_1 + a_2(t)x_2 + \dots + a_n(t)x_n = \Delta(t).$$

Assegnando a t valori successivi - ad es. $t=5, 10, \dots$ minuti - otterremo altrettante equazioni del tipo (1), che nel loro insieme formano un sistema lineare nelle n incognite x_1, x_2, \dots, x_n , i coefficienti delle quali sono dati dal calcolo delle fasi dell'eclisse, mentre i termini noti $\Delta(t)$ sono forniti dalle misure della radiazione. Naturalmente,

⁽¹⁾ W. H. JULIUS, *A new method for determining the rate of decrease of the radiative power from the center toward the limb of solar disc*. «Astrophysical Journal», vol. xxiii, 1906, pag. 312-323; *The total solar radiation during the annular eclipse on April 17, 1912*. Ibidem, vol. xxxvii, 1913, pag. 225-238.

la suddivisione del disco solare in corone circolari sarà fatta in modo che il numero n di queste risulti minore od uguale al numero dei successivi valori assunti per t , vale a dire al numero delle equazioni. Trovata la soluzione del sistema, si ottiene subito il rapporto delle luminosità delle varie zone concentriche in cui il disco solare è stato suddiviso, alla luminosità di una qualsivoglia di esse zone, in generale di quella centrale.

Come si vede il metodo ideato dal JULIUS toglie elegantemente di mezzo la grave difficoltà che nelle misure dell'oscuramento al bordo proviene dalla presenza del velo luminoso atmosferico. Ma non elimina completamente le influenze perturbatrici dell'atmosfera, le quali permangono sotto altri aspetti. In primo luogo, i successivi valori della radiazione misurati durante lo svolgersi del fenomeno sono alterati dalla variazione dell'assorbimento atmosferico derivante dalle variazioni di altezza dell'astro sopra l'orizzonte. In secondo luogo, poichè durante lo svolgersi del fenomeno si verifica sempre una certa variazione nella temperatura, questa a sua volta determina un cambiamento nello stato atmosferico che si ripercuote sulle misure della radiazione. W. J. MOLL e J. VAN DER BILT⁽¹⁾ hanno messo in luce questa ultima perturbazione, che agisce in modo diverso nelle diverse lunghezze d'onda e che si manifesta nella curva della radiazione con una dissimmetria attorno alla fase della totalità. Infine sono da temere le variazioni atmosferiche irregolari, a carattere accidentale, che introducono irregolarità più o meno marcate nella curva della radiazione.

Tutti questi inconvenienti hanno il loro peso e possono essere eliminati o attenuati, con opportuni accorgimenti, soltanto in parte. Per la correzione (differenziale) dell'assorbimento atmosferico in rapporto alle differenti altezze dell'astro sull'orizzonte si può ricorrere a tabelle a ciò già stabilite; ma è preferibile eseguire misure della radiazione solare per qualche giornata prima e dopo quella dell'eclisse, e ricavare dalle curve di radiazione così ottenute i coefficienti per la riduzione dei valori misurati ad una altezza fissa, che può essere quella dell'astro al primo contatto oppure al passaggio al meridiano del

⁽¹⁾ W. J. H. MOLL e J. VAN DER BILT, « Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands », vol. I, 1922, pag. 170.

luogo. Se l'eclisse ha luogo in prossimità del meridiano, le correzioni per l'altezza sono esigue e tanto più esigua sarà la loro incertezza.

Per le variazioni irregolari accidentali - qualora queste non siano tanto rilevanti e frequenti da costringere a rigettare la totalità delle misure - si è trovato conveniente e logico di disegnare la curva delle radiazioni durante l'eclisse congiungendo i punti *più elevati*. Questa norma è dettata dalla considerazione che le perturbazioni atmosferiche hanno la tendenza a far diminuire il valore misurato della radiazione, mentre gli altri errori strumentali rimangono contenuti, in tale genere di misure, entro limiti assai ristretti.

Quanto infine alla perturbazione sistematica dipendente dalla variazione della temperatura, va notato che per l'applicazione del metodo si tratta di sfruttare soltanto una parte della curva della radiazione. Nelle eclissi totali si suole sfruttare quella parte della curva che cade nell'intorno della fase della totalità, che è la più indicata per la determinazione, che maggiormente interessa, dell'oscuramento nelle zone più periferiche del disco solare. Nel corrispondente intervallo di tempo la variazione della temperatura è assai piccola; da questo punto di vista, le eclissi con cortissima durata della totalità sono da preferire.

2. APPLICAZIONE DEL METODO DI JULIUS ALLE ECLISSI PARZIALI. - La stretta dipendenza delle misure della radiazione solare dalle condizioni atmosferiche rimane comunque il punto debole del metodo di JULIUS. A ciò si aggiungano le ben note difficoltà di ordine economico e materiale che occorre affrontare nelle spedizioni scientifiche per l'osservazione delle eclissi totali di Sole, la limitata possibilità di scelta della migliore località per le osservazioni, ed infine la scarsa probabilità di osservare tali eclissi. Ma poichè d'altra parte il metodo si raccomanda anche per il modesto corredo strumentale che la sua applicazione richiede e per la esiguità degli errori strumentali, lo scrivente ha voluto indagare se, estendendone l'applicazione anche alle eclissi parziali di Sole, non fosse possibile migliorarne le condizioni di applicabilità senza troppo rinunciare ai vantaggi.

La zona della superficie terrestre dalla quale un'eclisse di Sole è visibile parzialmente è di gran lunga più vasta della zona della tota-

lità. Ciò significa, in primo luogo, che maggiore è la frequenza con cui è possibile osservare eclissi parziali. Il compito degli astronomi durante tali eventi è, in generale, piuttosto modesto, limitandosi per lo più alle determinazioni dei tempi dei contatti. Le osservazioni di radiazione possono perciò essere facilmente incluse nei programmi, mentre costituirebbero un grave onere suppletivo nelle eclissi totali. La maggiore frequenza delle osservazioni rivestirebbe un grande interesse per una conferma o meno dei risultati, fino ad oggi invero assai incerti, di C. G. ABBOT ⁽¹⁾ sulla possibile variazione dell'oscuramento al bordo in funzione del cielo delle macchie. Anche la variazione della temperatura risulta assai minore nelle eclissi parziali, e perciò anche l'obbiezione avanzata da MOLL e VAN DER BILT sul metodo di JULIUS nelle applicazioni alle eclissi totali viene a perdere buona parte della sua efficacia. *Ma il vantaggio più importante dell'applicazione alle eclissi parziali sta, secondo noi, nella larga possibilità di scelta del luogo di osservazione.* Nella vasta zona in cui una eclisse è visibile come eclisse parziale non è difficile trovare delle località a quota elevata. Ora è superfluo illustrare i vantaggi che si ottengono, nel genere di osservazioni che ci interessa, operando ad alta quota. Intanto, tutte le perturbazioni nelle misure che derivano dalle variazioni atmosferiche sono, a parità di altre condizioni, molto meno rilevanti che non operando a bassa quota. Ciò significa che si tende a superare proprio il punto debole del metodo di JULIUS. Vi è anche la possibilità di usare strumenti più sensibili, che le continue piccole variazioni nello stato dell'atmosfera renderebbero superflui a quota non elevata. Infine è più facile estendere le ricerche dell'oscuramento al bordo anche nel campo spettrale dell'ultra-violetto, adoperando delle fotocellule come già hanno fatto W. E. BERNHEIMER ed E. MEYER ⁽²⁾ durante l'eclisse totale di Sole del 1927.

L'unico svantaggio dell'applicazione del metodo di JULIUS alle eclissi parziali starebbe in ciò: che, mentre nelle eclissi totali ed anulari il bordo lunare spazza, per così dire, il disco solare con un moto pressochè uniforme, durante una eclisse parziale invece la penetrazione

(1) C. G. ABBOT, « Smithson. Ann. », IV, 1922.

(2) W. E. BERNHEIMER und MEYER, « Göttinger Nachrichten », 1929.

del bordo lunare sul disco del Sole avviene con moto ritardato dal primo contatto (esterno) alla fase massima, e quindi con moto accelerato della fase massima al secondo contatto (esterno). Ne consegue che il minimo sulla curva della radiazione è più *largo* nelle eclissi parziali che in quelle totali od anulari. Ciò significa che, in prossimità della fase massima, è più difficile valutare gli incrementi o i decrementi della radiazione. Ma, nella maggior parte dei casi, l'inconveniente potrà portare una maggiore indeterminazione nel calcolo delle luminosità delle zone centrali del disco solare, vale a dire delle zone che meno interessano. La possibilità di operare ad alta quota con strumenti più sensibili eliminerebbe del resto tale inconveniente, mentre renderebbe assai più sicura la curva della radiazione in prossimità dei contatti, cioè proprio in quella parte che, nel caso nostro, maggiormente serve per la determinazione della luminosità delle zone più periferiche del disco solare.

3. MISURE DELLA RADIAZIONE SOLARE DURANTE L'ECLISSE DEL 9 LUGLIO 1945. — Come ho già detto al principio, ho pensato di utilizzare le misure della radiazione solare — da me eseguite all'Osservatorio Astronomico su Monte Mario durante l'eclisse parziale di Sole del 9 luglio 1945 — per mettere alla prova la prospettata applicazione del metodo di JULIUS. È però necessario avvertire: 1) che il luogo di osservazione, a soli 143 m. sul livello del mare non è il più adatto a tale genere di ricerche; 2) che l'eclisse aveva a Roma una grandezza di 0,45, ciò che significa che il bordo lunare non raggiungeva neppure il centro del disco del Sole. Ora è evidente che per la determinazione dell'oscuramento al bordo sull'intero disco solare è necessario che la grandezza dell'eclisse sia almeno uguale a 0,50, onde permettere alle zone più centrali del disco solare di entrare in giuoco negli incrementi e decrementi della radiazione. A tali condizioni di fatto, — che le note difficoltà del momento non hanno permesso di superare con la scelta di un luogo di osservazione più favorevole — vanno aggiunte le poco felici condizioni meteorologiche della giornata, che hanno ostacolato specialmente la seconda parte dell'eclisse.

Per tali ragioni i valori dell'oscuramento al bordo che ho ottenuto dalle misure della radiazione vanno riguardati soltanto come risultati

di una *prova*, e, sotto questo aspetto, possono dirsi soddisfacenti, in quanto forniscono dei valori che - indicando con 100 il raggio R del disco solare - da una distanza di $R=30$ ad una $R=85$ dal centro concordano bene con i valori ricavati dal JULIUS dalle misure della radiazione effettuate durante l'eclisse totale del 1905.

Lo strumento adoperato è stato un piroeliometro a pila termoelettrica col relativo milliamperometro di precisione costruito dalla ditta KIPP e ZONEN, di proprietà dell'Osservatorio. L'apparecchio è provvisto di una serie di 4 filtri (azzurro, giallo, rosso, rosso cupo) montati a «revolver». Il milliamperometro in cassetta ha una graduazione da -10 a 100 milliamperes; la taratura del costruttore dà per ogni divisione $0.0202 \text{ cal. gr. cm.}^{-2} \text{ min.}^{-1}$. Poichè ogni divisione è larga quasi due millimetri ed è facile stimarne con sicurezza il decimo, l'apparecchio permette di misurare anche una variazione di irradiazione di 2 millesimi di cal. gr. per cm^2 al minuto primo. In pratica, per la bassa quota alla quale si è operato e per le condizioni meteorologiche particolari della giornata non certo ideali, gli errori accidentali sono certamente superiori ai due millesimi di caloria.

Le misure furono da me effettuate nei giorni 8, 9 e 10 luglio 1945, dalle 11 del mattino al tramonto. Il milliamperometro, accuratamente livellato e protetto da ogni urto, non si toccava mai durante la giornata. Ho eseguito le misure nell'ordine seguente: lettura dello zero col milliamperometro non inserito, lettura per la radiazione totale (senza filtro) e quindi per l'azzurro, giallo, rosso e rosso cupo; quindi nuova lettura dello zero e così di seguito. Ad ogni lettura segnavo il tempo con l'approssimazione del mezzo minuto primo. Contemporaneamente alle misure della radiazione venivano effettuati continui rilievi meteorologici. Le letture dello zero hanno dimostrato la buona stabilità del milliamperometro. Eccettuata qualche incertezza al primissimo inizio delle misure, lo zero si è subito stabilizzato dimostrando soltanto oscillazioni irrilevanti ed una lentissima, ma costante tendenza a decrescere. Con i valori delle letture dello zero ho disegnato una curva della quale mi sono servito per correggere le altre letture.

La giornata dell'8 luglio (precedente a quella dell'eclisse) può, dal punto di vista meteorologico, classificarsi ottima, *specialmente per la costanza dello stato del cielo*, senza alcuna traccia di annuvolamento o di veli, con buona visibilità dell'orizzonte. La regolarità nelle mi-

sure piroeliometriche concorda con tale giudizio. Cattiva è stata invece la giornata del 10 luglio (sussequente all'eclisse), specialmente nelle ore pomeridiane, con formazione di veli costituenti, a volte, quasi degli strati. Mi sono perciò servito soltanto dei dati della prima giornata per disegnare 5 curve della radiazione (senza filtro e con filtro azzurro, giallo, rosso, rosso cupo) che mi hanno permesso di ricavare, istante per istante, il rapporto tra la radiazione osservata e quella della stessa al passaggio del Sole al meridiano. Con tali coefficienti ho corretto i risultati delle misure della giornata del 9 luglio (dell'eclisse), ottenendo in tal modo i valori della radiazione che si sarebbero osservati se l'altezza del Sole sull'orizzonte fosse rimasta costante.

Per economia di spazio mi limito a riportare soltanto, nella Tabella I, le misure della radiazione effettuate durante la giornata dell'eclisse *già ridotte al meridiano* col procedimento indicato. Dò direttamente le letture (corrette) del milliamperometro avvertendo che si ottengono subito i corrispondenti valori in calorie-grammo al cm^2 e minuto primo col moltiplicarle per il fattore 0.0202. Si noterà come — a prescindere dalla diminuzione dei valori della radiazione durante l'eclisse — che ha avuto inizio alle 14^h 24^m 49^s, fase massima alle 15^h 32^m e termine alle 16^h 32^m 40^s di T. M. E. C. —, i valori al tramonto (sempre ridotti al meridiano) risultano più bassi di quelli del mezzogiorno, a causa del progressivo peggioramento del tempo. Dalle 16^h 30^m circa alle 17^h 15^m le misure furono interrotte per la presenza di cirri-cumuli sul disco solare.

Nella Tabella II dò un quadro meteorologico della giornata del 9 luglio. Si noterà il progressivo peggioramento del tempo e la diminuzione della temperatura, dell'ordine di $\frac{1}{2}$ grado, durante l'eclisse.

4. DETERMINAZIONE DELL'OSCURAMENTO AL BORDO SOLARE. — Per utilizzare queste misure della radiazione solare in una prova di determinazione dell'oscuramento al bordo conformemente al metodo di JULIUS già illustrato, ho disegnato su carta millimetrata un disco di 100 mm. di raggio rappresentante il disco solare e quindi ho disegnato 6 cerchi concentrici di raggi rispettivamente eguali a 10, 40, 60, 70, 80 e 90 mm., delimitando così 6 corone circolari ciascuna compresa tra le circonferenze di raggio 10 e 40, 40 e 60, 60 e 70, 70 e 80, 80 e 90, 90 e 100.

TABELLA I. — *Radiazione solare nella giornata dell'eclisse.*

Senza filtro		Azzurro		Giallo		Rosso		Rosso cupo		Note
Ora	G	Ora	G	Ora	G	Ora	G	Ora	G	
T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		
11 ^h 31 ^m .0	45.6	11 ^h 31 ^m .5	13.5	11 ^h 32 ^m .5	35.8	11 ^h 33 ^m .0	26.7	11 ^h 34 ^m .0	23.0	—
39.5	46.5	40.5	15.0	41.0	36.8	42.0	27.8	42.5	24.4	—
49.5	46.1	50.0	13.9	51.0	35.4	51.5	26.6	52.0	23.0	—
59.0	46.8	12 0.0	13.5	12 0.5	36.0	12 1.0	26.9	12 2.5	23.8	—
12 5.0	47.5	5.5	14.9	6.0	36.2	6.5	27.2	7.0	23.9	—
10.0	45.5	11.0	13.8	11.5	35.7	12.0	26.6	13.5	23.1	—
31.5	46.9	32.0	14.4	32.5	36.8	33.0	26.7	34.0	23.8	—
36.5	46.4	37.0	14.3	37.5	35.4	38.0	26.3	39.0	23.3	—
40.5	47.1	41.5	13.5	42.0	35.0	42.5	25.8	43.0	23.1	—
13 5.5	47.4	13 6.0	15.6	13 7.0	37.0	13 7.5	27.4	13 8.0	24.8	—
11.5	46.3	12.5	14.6	13.0	36.6	13.5	27.1	14.0	24.5	—
19.0	45.9	19.5	14.5	20.0	36.0	21.0	26.5	21.5	23.9	—
41.5	47.8	42.0	15.9	43.0	38.1	43.5	27.6	44.0	25.0	—
46.5	47.5	47.5	15.8	48.0	37.1	48.5	26.9	49.5	24.8	—
51.5	48.1	52.5	15.9	53.0	37.7	54.0	28.2	54.5	24.4	—
14 4.5	47.5	14 5.5	14.2	14 7.0	37.6	14 7.5	28.0	14 8.5	24.8	—

Segue **TABELLA I. — Radiazione solare nella giornata dell'eclisse.**

Senza filtro		Azzurro		Giallo		Rosso		Rosso cupo		Note
Ora	G	Ora	G	Ora	G	Ora	G	Ora	G	
T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		
14 ^h 10 ^m .5	49.8	14 ^h 11 ^m .5	15.4	14 ^h 12 ^m .0	37.3	14 ^h 13 ^m .0	27.3	14 ^h 13 ^m .5	24.6	—
16.0	47.7	17.0	14.2	17.5	36.7	18.0	26.0	18.5	24.6	—
21.5	46.8	22.0	14.0	22.5	36.7	23.0	26.6	23.5	24.0	—
25.5	47.0	26.5	13.7	27.0	36.0	28.0	26.1	28.5	23.7	—
30.5	46.6	31.0	13.9	31.5	35.6	32.0	26.2	32.5	23.8	—
34.0	44.8	34.5	14.6	35.0	34.8	35.5	25.2	36.0	22.6	—
38.0	45.8	38.3	14.7	39.5	35.4	40.5	25.2	41.0	22.5	—
43.0	43.7	44.0	13.7	44.5	33.8	45.0	24.9	45.5	22.0	—
49.0	42.6	49.0	12.7	49.5	32.2	50.0	22.9	50.5	20.3	—
53.5	39.5	55.0	11.3	54.5	30.2	56.0	22.2	57.5	19.2	—
59.0	38.2	15	11.7	15	29.4	15	21.2	15	16.2	—
15	35.0	6.0	10.3	7.0	27.0	7.5	17.6	8.0	17.9	(¹)
13.0	33.4	14.0	10.3	15.0	25.7	15.5	18.7	17.0	16.3	(²)
19.5	31.8	20.5	9.5	22.0	24.6	23.5	17.9	24.5	16.1	(³)
30.0	30.6	30.5	9.5	31.0	24.1	31.5	17.6	32.5	16.0	—

(¹) 16.9, veli in vicinanza del sole che non disturbano. - (²) 15.14, veli leggerissimi anche sul sole. - (³) 15.25, veli nei dintorni del sole che tendono a sparire.

Segue
TABELLA I. — *Radiazione solare nella giornata dell'eclisse.*

Senza filtro		Azzurro		Giallo		Rosso		Rosso cupo		Note
Ora	G	Ora	G	Ora	G	Ora	G	Ora	G	
T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		
15 ^h 33 ^m .5	30.6	15 ^h 34 ^m .5	9.2	15 ^h 35 ^m .0	23.9	15 ^h 35 ^m .5	17.5	15 ^h 36 ^m .0	15.8	—
38.5	31.1	39.5	8.1	40.5	23.6	41.5	17.5	42.0	15.0	(*)
44.0	31.2	45.0	9.6	46.0	26.1	46.5	18.9	—	—	—
52.5	34.6	53.0	10.4	54.0	26.6	54.5	19.9	55.0	17.3	—
57.5	35.4	58.5	10.6	59.0	27.3	59.5	20.8	16 0.0	18.3	—
16 2.5	37.3	16 3.5	11.0	16 4.0	28.7	16 5.0	22.5	5.5	18.9	(*)
7.5	39.9	8.5	12.1	9.5	30.6	10.5	23.1	11.0	20.5	—
14.0	42.8	14.5	12.7	16.0	32.8	17.0	25.0	17.5	22.2	(*)
19.5	43.4	20.5	13.3	21.5	33.5	22.0	25.0	22.5	22.1	—
26.0	37.3	26.5	8.7	28.0	33.9	28.5	26.0	29.5	22.7	(*)
32.0	44.1	32.5	13.3	33.0	33.8	33.5	25.6	34.5	22.4	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(*)
17 16.5	41.0	17 17.5	11.4	17 18.0	30.5	17 19.0	23.1	17 20.0	19.2	(*)
22.5	39.7	23.5	11.2	24.5	31.4	25.0	23.8	25.5	20.5	—

(*) 15.40, i veli sembrano scomparsi. - (2) 16.5, veli leggerissimi. - (3) 16.18, grosso or. str. che si avvicina al sole. - (7) 16.28, Veli vicini e anche sul sole. - (8) 16.35, or. cu. che disturbano le misure, costringendo a sospendere. Il cielo si annuvola avanti al sole. - (9) 17.15, si riprendono le misure, ma i veli sono assai evidenti anche avanti al sole.

TABELLA I. — *Radiatione solare nella giornata dell'eclisse.*

Senza filtro		Azzurro		Giallo		Rosso		Rosso cupo		Note
Ora	G	Ora	G	Ora	G	Ora	G	Ora	G	
T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		
17 ^h 27 ^m .5	42.1	17 ^h 28 ^m .0	12.7	17 ^h 29 ^m .0	32.8	17 ^h 29 ^m .5	24.2	17 ^h 30 ^m .0	21.3	—
39.5	41.9	40.0	12.1	40.5	32.3	41.5	23.8	42.0	20.8	(¹⁰)
44.0	41.9	44.5	11.7	45.0	31.7	45.5	23.8	46.0	21.4	—
48.5	41.0	49.0	11.8	50.5	30.7	51.5	22.5	52.0	19.5	—
18 2.0	41.5	18 2.5	12.1	18 3.0	33.0	18 3.5	24.5	18 4.0	21.9	—
6.0	43.4	6.5	14.9	8.0	35.0	8.5	25.9	9.0	24.5	(¹¹)
11.5	46.7	12.0	15.5	12.5	35.9	13.5	26.6	14.5	23.4	—
22.0	44.3	23.0	14.3	23.5	34.7	24.5	26.0	25.0	22.9	—
27.0	45.0	27.5	15.1	28.5	34.7	29.0	25.6	29.5	22.4	(¹²)
32.0	43.4	32.5	14.2	33.5	33.4	34.0	25.0	34.5	22.4	—
41.5	43.0	42.0	14.2	42.5	34.1	43.0	25.3	44.0	22.6	—
46.5	41.9	47.0	13.6	48.0	32.2	48.5	23.9	49.5	22.0	—
51.0	43.7	51.5	14.2	52.0	31.6	53.0	24.2	53.5	21.4	—
55.5	41.5	56.0	15.5	56.5	31.3	57.0	23.7	57.5	21.0	—

(¹⁰) 17.40, cielo migliorato, ma sempre sporcio. - (¹¹) 18.10, cielo ancora migliorato, ma sempre sporcio - (¹²) 18.26, orizzonte sporcio e lattiginoso per veli.

TABELLA II. — Stato meteorologico del 9 luglio 1945.

Ora	Tempe- ratura	Umidità relativa %	Tensione del vapore mill.	Pressione (*)	Velocità del vento m/sec	Direzione del vento	Cielo	Osservazioni
T. M. E. C.								
9 ^h 0 ^m	27.0	43	11.44	747.70	0.8	NE v	sereno	La giornata s'inizia serena e calma.
10 15	27.7	43	11.83	747.25	—	—	—	Ore 10. — Caligine piuttosto densa all'orizzonte, che copre anche buona parte della pianura (più di ieri). Cielo biancastro all'orizzonte, lattiginoso per il resto. Nessuna nebulosità apparente.
11 0	29.2	40	11.91	747.20	—	—	sereno	
11 50	29.4	42	13.60	746.80	—	—	—	
12 25	28.6	50	14.71	747.30	8.7	SW v	—	
13 0	28.0	52	14.54	746.60	7.9	ESE v	cu a E	Ore 11.30 — Sempre sereno meno caligin.
13 40	27.6	54	14.97	746.50	—	—	—	Ore 11.40. — Si leva una leggera brezza.
14 0	27.5	56	15.21	746.60	7.1	WSW	4/10 cu.	Ore 12. — La caligine tende a scomparire, meno che nell'orizzonte.
15 0	27.1	55	14.75	746.50	5.5	SW	—	
15 10	27.1	55	14.75	746.55	—	—	—	Ore 12.20. — Qualche cumulo a SE, basso. Orizzonte sempre un po' caliginoso.
15 20	27.0	53	14.12	746.60	—	—	—	
15 30	27.0	56	14.81	746.50	6.3	SW	2/10 cu. str.	Ore 12.40. — La brezza è aumentata. Orizzonte più chiaro.
15 40	26.8	59	14.69	746.50	—	—	—	

TABELLA II. — Stato meteorologico del 9 luglio 1945.

Segue

Ora	Tempe- ratura	Umidità relativa %	Tensione del vapore mill.	Pressione (*)	Velocità del vento m/sec	Direzione del vento	Cielo	Osservazioni
T. M. E. C.								
15 ^h 50 ^m	26.6	58	15.05	746.50	—	—	—	Ore 13.20. — Il cielo appare meno lattiginoso allo zenit, biancastro all'orizzonte SW, con cu. str. all'orizzonte E e SE. <i>Libero a W. Brezza.</i>
16 0	26.8	59	15.46	746.50	—	—	—	
16 10	26.5	62	16.00	746.60	—	—	—	
16 20	26.6	60	15.40	746.70	2.5	SW	$\frac{3}{10}$ cu. ci. str.	Ore 14.20. — La brezza sembra aumentata.
16 30	27.0	58	15.34	746.80	—	—	—	Ore 16.20. — Il cielo ha cominciato ad annuvolarsi verso E, ed ora la nebulosità invade anche la zona occupata dal sole. Il 2° contatto è perciò assai disturbato. Invece la prima metà dell'eclisse si è svolta in condizioni discrete, come è confermato anche dalla stabilità dell'ago del milliamperometro.
16 40	27.3	56	15.16	746.85	—	—	—	
17 30	27.3	53	14.28	746.55	—	—	—	
18 0	27.2	53	14.34	746.85	1.9	S	$\frac{2}{10}$ cr. str.	
18 30	26.8	53	13.90	746.70	—	—	—	
19 0	26.4	55	13.98	746.70	2.0	SSW	$\frac{2}{10}$ str. bassi	
21 0	22.8	79	16.36	746.45	2.3	WSW	sereno	Ore 17.30. — Cr. in vicinanza del sole.

(*) A 0° e al livello del mare.

Temp. max del 9 luglio: 29° 9. Ore di sole: 10h $\frac{3}{4}$.

> min > : 19.0.

La zona interna alla prima circonferenza di raggio 10 è stata esclusa perchè il bordo lunare vi penetra appena intorno alla fase massima e la luminosità di tale zona entra perciò pochissimo in giuoco. Chiameremo con $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ la incognita radiazione che, per unità di superficie, ci perviene rispettivamente da ciascuna delle 6 corone indicate.

Nella Tabella III dò le fasi dell'eclissi di 5 in 5 minnti che ho calcolate in base agli elementi forniti dal *Berliner Jahrbuch* 1945; la

TABELLA III.

Ora	g	Ora	g	Ora	g	Ora	g
T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.		T. M. E. C.	
13 ^h 25 ^m	0.000	14 ^h 00 ^m	0.317	14 ^h 35 ^m	0.450	15 ^h 10 ^m	0.248
30	0.051	05	0.350	40	0.442	15	0.197
35	0.100	10	0.384	45	0.425	20	0.146
40	0.147	15	0.408	50	0.402	25	0.090
45	0.190	20	0.431	55	0.372	30	0.032
50	0.236	25	0.445	15 00	0.335	—	—
55	0.275	30	0.452	05	0.292	—	—

quantità g indica la distanza, in diametri solari apparenti, del bordo lunare che penetra sul disco solare al bordo occultato del Sole.

Con questi dati e tenendo presente che il diametro lunare apparente era 1.00063 volte quello solare ho disegnato sul disco solare le zone d'ombra di 5 in 5 minuti dall'inizio alla fase massima, ed ho quindi calcolato i coefficienti delle 6 incognite x_1, x_2, \dots, x_6 nelle 13 equazioni lineari che qui appresso riporto. I termini noti — che rappresentano decrementi della radiazione in unità arbitrarie — li ho ricavati dal grafico della fig. 1, disegnato coi criteri già dichiarati sulla base dei dati della tabella I. I decrementi delle radiazioni, misurati in *millimetri* sul disegno, sono stati contati a partire dalla retta tratteggiata, che rappresenterebbe l'andamento della radiazione, ridotta alla altezza

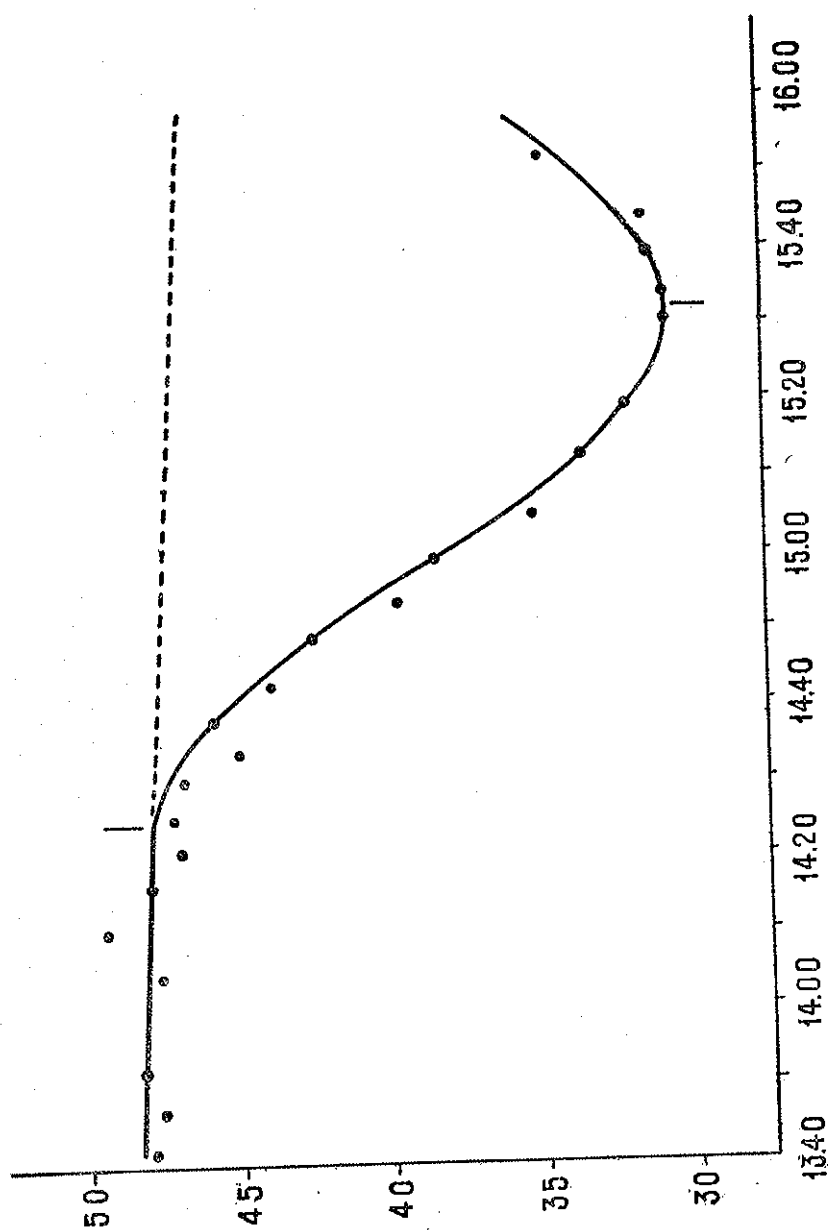


Fig. 1.

del passaggio in meridiano, in assenza di eclisse. L'inclinazione della retta sta ad indicare il riscontrato peggioramento progressivo del tempo.

$$\begin{array}{rcl}
 1. & 22.x_6 & = 1 \\
 2. & 38.x_6 + 20.x_5 & = 4 \\
 3. & 49.x_6 + 37.x_5 + 18.x_4 & = 9 \\
 4. & 58.x_6 + 46.x_5 + 33.x_4 + 13.x_3 & = 14 \\
 5. & 65.x_6 + 55.x_5 + 44.x_4 + 30.x_3 + 11.x_2 & = 21 \\
 6. & 72.x_6 + 62.x_5 + 52.x_4 + 39.x_3 + 32.x_2 & = 28 \\
 7. & 77.x_6 + 68.x_5 + 60.x_4 + 48.x_3 + 60.x_2 + 3.x_1 & = 37 \\
 8. & 83.x_6 + 74.x_5 + 65.x_4 + 54.x_3 + 76.x_2 + 13.x_1 & = 44 \\
 9. & 87.x_6 + 79.x_5 + 71.x_4 + 60.x_3 + 91.x_2 + 31.x_1 & = 50 \\
 10. & 91.x_6 + 83.x_5 + 75.x_4 + 64.x_3 + 100.x_2 + 47.x_1 & = 56 \\
 11. & 94.x_6 + 86.x_5 + 78.x_4 + 68.x_3 + 107.x_2 + 61.x_1 & = 61 \\
 12. & 96.x_6 + 88.x_5 + 81.x_4 + 70.x_3 + 112.x_2 + 70.x_1 & = 64 \\
 13. & 97.x_6 + 89.x_5 + 82.x_4 + 71.x_3 + 115.x_2 + 77.x_1 & = 65
 \end{array}$$

Risolvendo il sistema ho ottenuto i seguenti valori:

$$\begin{array}{lll}
 x_6 = 0.046 & x_4 = 0.133 & x_2 = 0.153 \\
 x_5 = 0.115 & x_3 = 0.140 & x_1 = 0.170
 \end{array}$$

coi quali, sostituendo nei primi membri delle equazioni, ho avuto i seguenti scarti coi secondi membri:

Equaz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Scarto	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.1	+0.3	+1.3	+1.7	-0.1	0.0	+0.1	-0.1	-1.2

Occorre tener presente che l'unità dei termini noti (millimetri) corrisponde appena ad $\frac{1}{4}$ della divisione del milliamperometro e cioè a 0.005 cal. gr. per cm^2 e min^{-1} . Si osservi che nelle equazioni 7 ed 8 che sono le peggio soddisfatte, compaiono dei divisori (coefficienti di x_1) che sono più piccoli degli altri coefficienti, e che il termine noto dell'equazione 13 è assai incerto per la vicinanza al minimo.

Poichè non è stato possibile ricavare il valore della luminosità al centro, ho riferito i valori trovati al valore x_1 , che è stato posto uguale a 0.966 volte il valore centrale assunto uguale ad 1. Con questa scelta il valore di x_4 si fa coincidere con quello trovato dal

JULIUS alla distanza di $\frac{30}{100}$ del raggio solare dal centro del disco; per gli altri valori abbiamo allora:

$$\begin{aligned} x_1 &= 0.966 \\ x_2 &= 0.869 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_3 &= 0.798 \\ x_4 &= 0.755 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_5 &= 0.653 \\ x_6 &= 0.262 \end{aligned}$$

Nella fig. 2 la curva disegnata dà l'oscuramento al bordo trovato dal JULIUS dalle osservazioni dell'eclisse del 1905. I valori da me tro-

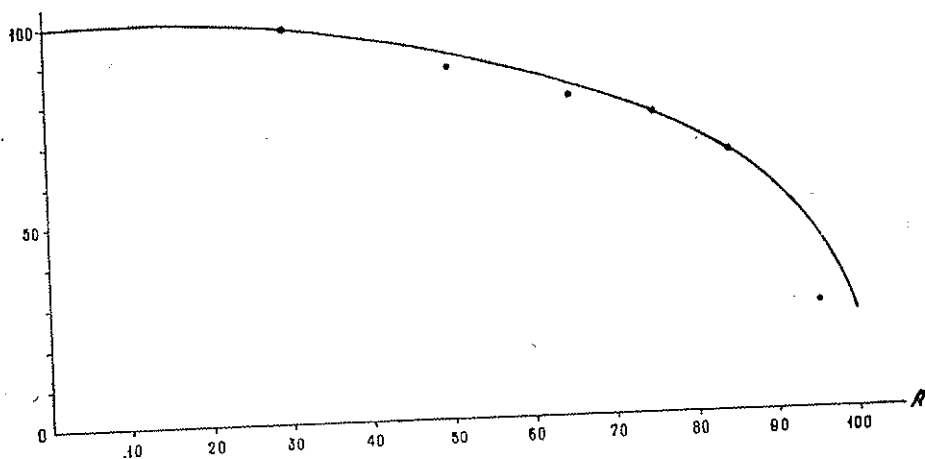


FIG. 2.

vati sono segnati con dei punti. L'accordo è soddisfacente, meno che per il valore x_6 ; per questo occorre tener presente che una piccola variazione nel termine noto dell'equazione 1 può far variare notevolmente il valore dell'incognita. Ma per la ricerca dell'oscuramento nell'immediata vicinanza del bordo occorrono misure più fini, quali possono ottenersi soltanto con più delicati strumenti ed operando a quota elevata.