

## L'assorbimento della radiazione solare su scala planetaria (\*)

*(The absorption of the solar radiation by the Earth)*

R. CIALDEA - S. SCIARRATTA (\*\*)

Ricevuto il 20 Giugno 1967

RIASSUNTO. — Nella presente nota gli AA. cercano un eventuale fenomeno ad andamento diurno universale che possa influenzare i vari fenomeni naturali terrestri. Poiché la causa prima degli andamenti diurni è la radiazione solare che arriva sulla terra, un tale fenomeno può ricercarsi solo nel fatto che, in seguito alla rotazione diurna della terra, le regioni illuminate dal sole sono via via diverse al variare del tempo universale; infatti poiché esse hanno un albedo diverso, la radiazione solare assorbita dalla terra avrà un andamento diurno universale.

Gli AA. hanno calcolato la superficie apparente (vista dal sole) delle terre emerse e quella dei mari in varie ore del giorno ed in varie epoche dell'anno. Allo scopo poi di tener conto dell'assorbimento della radiazione solare da parte dell'atmosfera, si è ripetuto il calcolo tenendo conto di questo assorbimento. Si sono così trovati gli andamenti di queste superfici che rappresentano, a meno di una costante, l'energia solare che viene effettivamente assorbita dalla terra.

Dal confronto di questi andamenti con quello di uno dei fenomeni naturali ad andamento diurno universale e cioè con quello del campo elettrico terrestre, si è visto che, con delle opportune riduzioni, è possibile far coincidere questi due andamenti. Queste riduzioni consistono in un

---

(\*) Questa nota è stata presentata al XVI Convegno dell'A.G.I. Napoli, 22-24 Maggio 1967.

(\*\*) Istituto Nazionale di Geofisica. Cattedra di Fisica Terrestre dell'Università - L'Aquila.

anticipo del massimo di circa quattro ore ed in un coefficiente che tiene conto della diversità dell'albedo presentato dalle terre emerse e dai mari.

Gli AA. riconoscono che, con questo studio preliminare, non sia possibile spiegare il meccanismo con il quale l'energia assorbita complessivamente dalla terra influenzi il campo elettrico terrestre; tuttavia gli AA. sottolineano l'interesse di questa correlazione, che potrà portare un contributo anche allo studio della circolazione generale dell'atmosfera.

**SUMMARY.** — In the present paper the AA. search an eventual phenomenon with the universal diurnal variation, which may influence the natural terrestrial phenomena. Considering that the first cause of the diurnal variations is the solar radiation arriving on the Earth, such a phenomenon may be founded in the diurnal rotation of the Earth, therefore the regions illuminated by the sun are different according to the universal time. Since the regions of the Earth have different albedo, the solar radiation absorbed by the entire Earth will have an universal diurnal variation.

The AA. have calculated the apparent surface (with the sun as a point of view) of the lands and of the seas at different hours (U.T.) and in the different period of the year.

In order of include in computation the absorption of the solar radiation by the atmosphere, the AA. have calculated these surfaces with a correction due to this absorption. In these computations the eventual cloudiness not appears, because in this first approximation the cloudiness is supposed equal on the entire Earth. These surfaces with the correction of the atmospheric absorption are proportional to the solar energy really absorbed by the entire Earth.

By the comparison of the universal diurnal variation of these surfaces with that of a natural phenomenon (the atmospheric electric field), the AA. show that it is possible, with some reductions, to make these variations coincide. These reductions are an advance of the maximum (4 hours) and a coefficient which reckons the albedo's difference.

The AA. recognize that it is no possible with this preliminary study to explain the influence of the solar energy absorbed by the entire Earth on the atmospheric electric field; but according to the AA. this correlation will take an important contribution also to the researches for the general atmospheric circulation.

Il bilancio termico dell'atmosfera<sup>(1)</sup> viene effettuato studiando i diversi fattori che concorrono ad esso e cioè l'albedo, l'evaporazione, la condensazione, la conduzione ecc. Esso rappresenta un problema

molto complesso dato il gran numero di fattori dipendenti dal tempo in modo non sempre prevedibile, per lo meno a lunga scadenza.

Lo scopo della presente nota è di vedere invece se nel bilancio termico complessivo della terra (continenti, mari, atmosfera) sia possibile trovare un qualche fattore che abbia un andamento diurno universale. Se si potesse trovare un tale fattore, esso potrebbe assumere una grande importanza perché alcuni fenomeni naturali, quale per es. il campo elettrico terrestre (?), presentano un evidente andamento diurno universale.

La causa prima di un tale eventuale fattore può ricercarsi solo nel fatto che, in seguito alla rotazione della terra, le regioni illuminate dal sole sono via via diverse al variare del tempo universale e poiché esse hanno un albedo diverso, l'assorbimento della radiazione solare avrà un andamento diurno universale. Orbene le terre emerse ed i mari sono quelle superfici della terra che presentano la massima diversità di comportamento ai fini del bilancio termico. Infatti esse, oltre ad avere due albedi notevolmente diversi, si comportano in modo diverso per quanto riguarda lo scambio di energia termica con l'atmosfera. Sulle terre emerse questo scambio è dovuto alla conduzione ed alla convezione, mentre sui mari esso è dovuto principalmente ai fenomeni di evaporazione. Abbiamo pertanto pensato di calcolare la superficie delle terre emerse e quindi quella dei mari, che istante per istante sono esposte ai raggi solari. Ma poiché ciò che interessa in definitiva è l'energia solare che cade sulle terre e quella che cade sui mari, si sono calcolate le aree delle superfici apparenti, illuminate dal sole, con una proiezione ortografica, avendo preso il sole come punto di vista. Allo scopo di avere una valutazione dell'andamento di queste aree si è diviso tutta la terra in regioni aventi le dimensioni di  $10^\circ \times 10^\circ$ : si sono calcolate graficamente le aree ricoperte dalle terre emerse per ciascuna regione moltiplicandole per il coseno dell'altezza zenitale del sole calcolata per il centro della regione stessa ad una determinata ora (T.U.) e per vari periodi dell'anno.

Si sono poi sommati tutti questi prodotti relativi ad ogni epoca alle regioni illuminate dal sole. Il calcolo è stato quindi ripetuto per varie ore (T.U.) e precisamente ad intervalli di 40 minuti primi per un giorno equinoziale ( $\delta = 0^\circ$ ), per un giorno prossimo al solstizio estivo ( $\delta = +20^\circ$ ) e per un giorno prossimo al solstizio invernale ( $\delta = -20^\circ$ ). Questi valori ( $+20^\circ$  e  $-20^\circ$ ) della declinazione del sole sono stati scelti per comodità di calcolo, avendo suddiviso la terra in regioni aventi un'ampiezza di  $10^\circ$  in latitudine: ciononostante noi assume-

remo questi andamenti come caratteristici delle epoche equinoziali e solstiziali rispettivamente. Il risultato è riportato nella Tabella I e nella Fig. 1 dove in ascisse è il T.U. ed in ordinate le aree così calcolate. Le tre curve si riferiscono agli equinozi ed ai due solstizi. Nella Fig 1 è stato riportato anche l'andamento della superficie apparente dei mari illuminati dal sole, ottenuta per differenza dalla superficie apparente di tutta la terra.

Tab. I - SUPERFICIE APPARENTE  
DELLE TERRE EMERSE ILLUMINATE DAL SOLE (in  $10^4$  km<sup>2</sup>).

T. U.	Equinoz.	Solstizio estivo	Solstizio invernale	T. U.	Equinoz.	Solstizio estivo	Solstizio invernale
0.40	1834	2663	1572	12.40	4622	5407	4071
1.20	2127	2939	1825	13.20	4460	5234	3921
2.00	2457	3243	2090	14.00	4264	5007	3733
2.40	2791	3568	2340	14.40	4019	4713	3513
3.20	3129	3910	2582	15.20	3744	4376	3277
4.00	3490	4270	2865	16.00	3470	4062	3040
4.40	3888	4659	3192	16.40	3237	3792	2832
5.20	4310	5072	3531	17.20	3046	3553	2667
6.00	4701	5480	3834	18.00	2862	3315	2534
6.40	5021	5813	4078	18.40	2662	3069	2378
7.20	5241	6037	4258	19.20	2431	2828	2180
8.00	5325	6145	4356	20.00	2153	2585	1947
8.40	5294	6150	4355	20.40	1852	2334	1702
9.20	5191	6072	4312	21.20	1585	2138	1471
10.00	5063	5946	4287	22.00	1403	2064	1296
10.40	4954	5799	4277	22.40	1352	2109	1205
11.20	4864	5664	4257	23.20	1433	2247	1227
12.00	4761	5543	4191	24.00	1602	2437	1362

Consideriamo ora l'andamento della superficie apparente delle terre illuminate dal sole. Esso presenta un andamento diurno abbastanza regolare con un minimo e un massimo ben pronunciati e le

cui posizioni sono state calcolate interpolando ed approssimandone i valori ai 10 minuti primi (Tab. 2).

Tab. II

Epoca dell'anno	Massimo	Minimo
Equinozi . . . . .	8.10	22.30
Solstizio estivo . . . . .	8.20	22.10
Solstizio invernale. . . . .	8.20	23.00

Si è poi calcolato l'andamento medio annuo di questa superficie apparente. A tale scopo, in base all'osservazione che le differenze tra

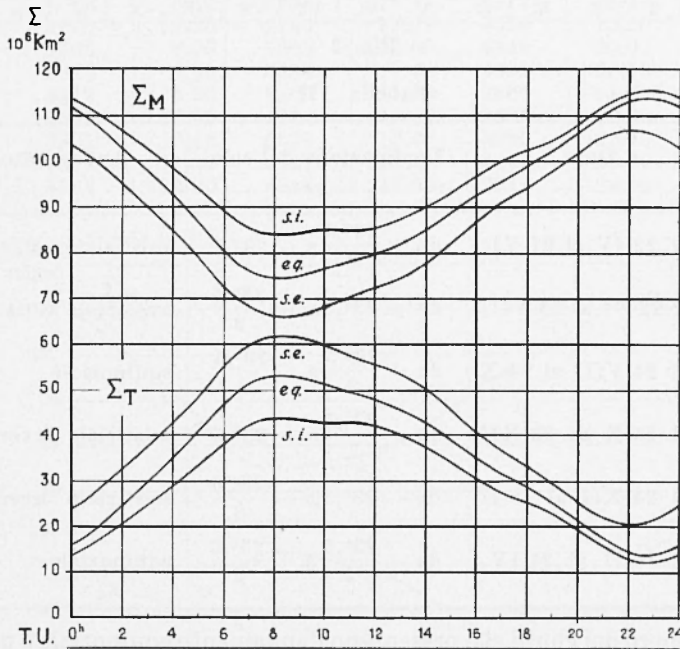


Fig. 1

gli andamenti nei diversi periodi dell'anno sono dovute essenzialmente ai diversi valori della declinazione del sole, si è proceduto al calcolo dell'andamento medio nel seguente modo. La declinazione del sole

varia durante l'anno da  $+ 23^{\circ},5$  a  $- 23^{\circ},5$  (v. Fig. 2). Pertanto si è divisa questa escursione in 6 periodi secondo la Tabella III e si è supposto che in ciascuno di questi periodi l'influenza della declinazione fosse costante, in modo da dare all'andamento delle superfici apparenti la caratteristica indicata nell'ultima colonna della Tabella stessa.

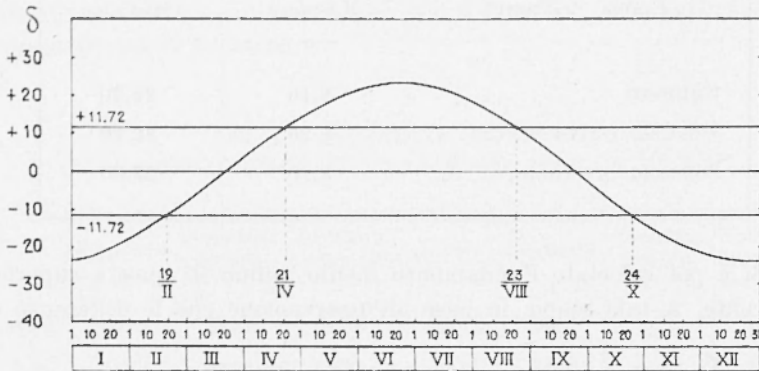


Fig. 2

Tabella III

Periodo	Date	Declinazione del sole	Andamento
I	dal 22-IV al 21-VI	da $+\frac{23^{\circ},5}{2}$ a $+ 23^{\circ},5$	solstiziale estivo
II	dal 22-VI al 23-VIII	da $+ 23^{\circ},5$ a $+\frac{23^{\circ},5}{2}$	solstiziale estivo
III	dal 24-VIII al 24-X	da $+\frac{23^{\circ},5}{2}$ a $-\frac{23^{\circ},5}{2}$	equinoziale
IV	dal 25-X al 23-XII	da $-\frac{23^{\circ},5}{2}$ a $- 23^{\circ},5$	solstiziale invernale
V	dal 24-XII al 18-II	da $- 23^{\circ},5$ a $-\frac{23^{\circ},5}{2}$	solstiziale invernale
VI	dal 19-II al 21-IV	da $-\frac{23^{\circ},5}{2}$ a $+\frac{23^{\circ},5}{2}$	equinoziale

Il numero dei giorni che presentano l'andamento equinoziale è perciò:

dal 24 Agosto al 24 Ottobre: N. 62 giorni

dal 19 Febbraio al 21 Aprile: N. 62 »

In totale N. 124 »

Il numero dei giorni che presentano l'andamento solstiziale estivo è:

dal 22 Aprile al 23 Agosto: N. 124 giorni.

Infine il numero dei giorni che presentano l'andamento solstiziale invernale è:

dal 25 Ottobre al 18 Febbraio: N. 117 giorni.

L'andamento medio annuo è stato perciò calcolato con la seguente relazione:

$$\bar{\Sigma}_T = \frac{124}{365} (\Sigma_T)_{eq.} + \frac{124}{365} (\Sigma_T)_{sol. est.} + \frac{117}{365} (\Sigma_T)_{sol. inv.} \quad [1]$$

I valori così ottenuti sono stati riportati nella Tab. IV e l'andamento è disegnato nella Fig. 3. Il minimo viene a trovarsi alle 8.20 (T.U.) ed il massimo alle 22.30 (T.U.).

Tabella IV - ANDAMENTO MEDIO ANNUO DELLA SUPERFICIE APPARENTE DELLE TERRE EMERSE ILLUMINATE DAL SOLE (in  $10^4 \text{ km}^2$ ).

T.U.	$\Sigma_T$	T.U.	$\Sigma_T$	T.U.	$\Sigma_T$	T.U.	$\Sigma_T$
0.40	2032	6.40	4988	12.40	4712	18.40	2709
1.20	2306	7.20	5196	13.20	4550	19.20	2485
2.00	2606	8.00	5293	14.00	4346	20.00	2234
2.40	2910	8.40	5284	14.40	4093	20.40	1968
3.20	3219	9.20	5209	15.20	3809	21.20	1737
4.00	3555	10.00	5114	16.00	3533	22.00	1593
4.40	3927	10.40	5024	16.40	3295	22.40	1562
5.20	4319	11.20	4941	17.20	3097	23.20	4791
6.00	4688	12.00	4844	18.00	2911	24.00	1806

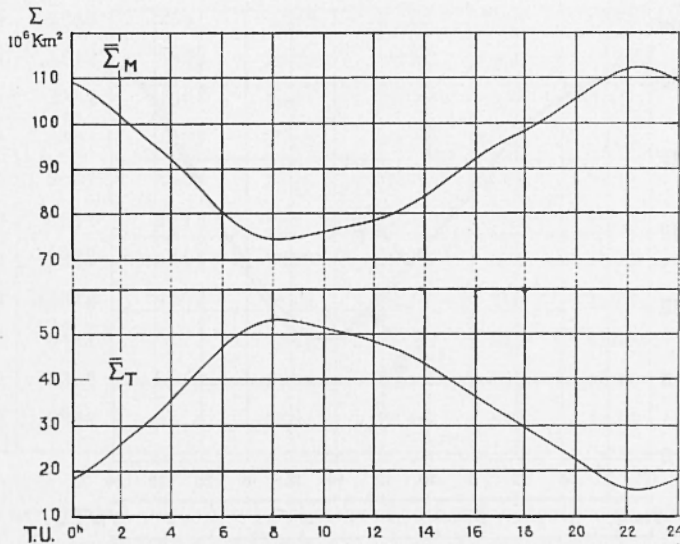


Fig. 3

Nella Fig. 3 è riportato anche l'andamento medio annuo delle superfici apparenti dei mari  $\bar{\Sigma}_M$  illuminati dal sole, facendo al solito la differenza tra l'area della sezione massima della terra e la  $\bar{\Sigma}_T$ .

Abbiamo infine cercato, data la regolarità dell'andamento, una funzione che lo potesse descrivere. Si è visto così che esso può essere ben rappresentato con una funzione cosinusoidale, il cui periodo varia durante il giorno con una legge del seguente tipo:

$0 \leq t \leq 4^h$	$\omega = 15,00 - 1,25 t$	gradi/ora
$4^h \leq t \leq 10^h$	$\omega = 9,52 + 0,12 t$	» »
$10^h \leq t \leq 24^h$	$\omega = 7,80 + 0,30 t$	» »

La funzione rappresentativa è quindi:

$$\bar{\Sigma}_T = 93,2 - 18,7 \cos \omega t, \quad (10^6 \text{ km}^2) \quad [2]$$

dove  $t$  è il tempo solare (espresso in ore) riferito al meridiano di  $125^\circ\text{W}$  (circa il meridiano di S. Francisco), spostato cioè di  $8^h20'$  dal meridiano di Greenwich.

Nella Fig. 4 sono state riportate a tratto pieno la curva relativa a  $\bar{\Sigma}_T$  calcolata secondo la [1] e, a trattini, la curva calcolata con la [2].

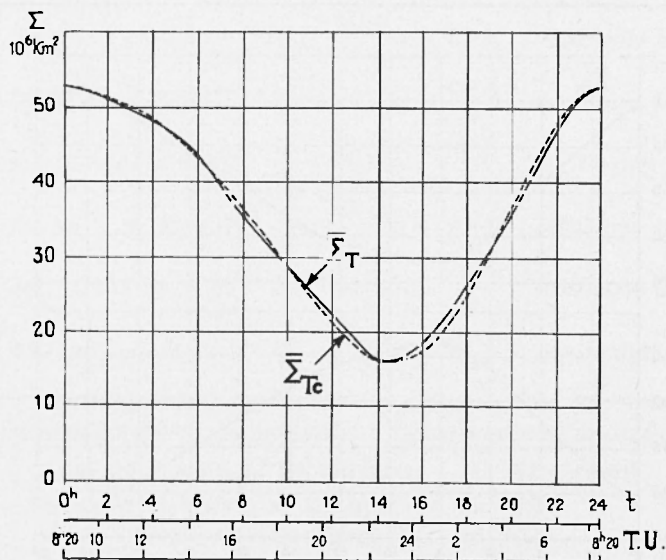


Fig. 4



La superficie apparente delle terre emerse (e rispettivamente quella dei mari) dà, a meno della costante solare, l'energia che cade sulle regioni coperte dalle terre emerse (e rispettivamente dai mari). Sarebbe però opportuno tener conto del fatto che l'energia che arriva effettivamente al suolo (o alla superficie del mare) viene in parte assorbita dall'atmosfera e questo assorbimento varia al variare dell'altezza zenitale del sole.

Tabella V - SUPERFICIE APPARENTE DELLE TERRE EMERSE ILLUMINATE DAL SOLE CON LA CORREZIONE PER L'ASSORBIMENTO ATMOSFERICO (in  $10^4$  km<sup>2</sup>).

T.U.	Equinoz.	Solstizio estivo	Solstizio invernale	T.U.	Equinoz.	Solstizio estivo	Solstizio invernale
0.40	1070	1631	978	12.40	3138	3670	2760
1.20	1319	1872	1163	13.20	2993	3518	2635
2.00	1592	2147	1350	14.00	2820	3344	2474
2.40	1856	2431	1530	14.40	2636	3144	2300
3.20	2099	2711	1690	15.20	2466	2952	2133
4.00	2334	2984	1843	16.00	2325	2789	1995
4.40	2575	3258	2021	16.40	2219	2645	1893
5.20	2845	3541	2222	17.20	2122	2500	1812
6.00	3117	3830	2423	18.00	2004	2340	1713
6.40	3353	4097	2591	18.40	1850	2168	1573
7.20	3534	4307	2716	19.20	1641	1976	1381
8.00	3641	4438	2795	20.00	1382	1759	1152
8.40	3674	4478	2827	20.40	1103	1545	921
9.20	3632	4424	2829	21.20	867	1373	734
10.00	3542	4292	2829	22.00	722	1272	630
10.40	3441	4121	2845	22.40	685	1251	622
11.20	3352	3958	2858	23.20	739	1308	689
12.00	3258	3814	2834	24.00	871	1438	811

È necessario pertanto apportare a questo calcolo una correzione, tenendo presente che la radiazione solare viene diminuita di un fattore  $(p)^{\sec z}$ , dove  $p$  è il coefficiente di trasmissione atmosferica e  $z$  è

l'altezza zenitale del sole. Si è così moltiplicata la superficie apparente delle terre presenti in ciascuna di quelle regioni di  $10^\circ \times 10^\circ$ , con le quali avevamo precedentemente suddivisa tutta la superficie della terra, per il fattore  $(p)^{\sec z}$ : per  $p$  si è preso un valore<sup>(3)</sup> medio di 0,8. Sommando tutti questi prodotti si è ottenuta la superficie apparente delle terre illuminate dal sole corretta per l'assorbimento dell'atmosfera. Questa somma è proporzionale, a meno della costante solare, alla quantità di energia che cade in un certo istante sulle terre emerse. In realtà le nubi, certamente presenti in qualche regione della terra, possono diminuire notevolmente l'energia totale che arriva sulla terra; ma potremo fare una ipotesi di prima approssimazione supponendo che la nuvolosità sia presente sulle terre emerse e sui mari con una percentuale in media costante. Questa ipotesi porta come conseguenza che la presenza delle nubi non altera l'andamento delle  $\Sigma_T$  e delle  $\Sigma_M$ .

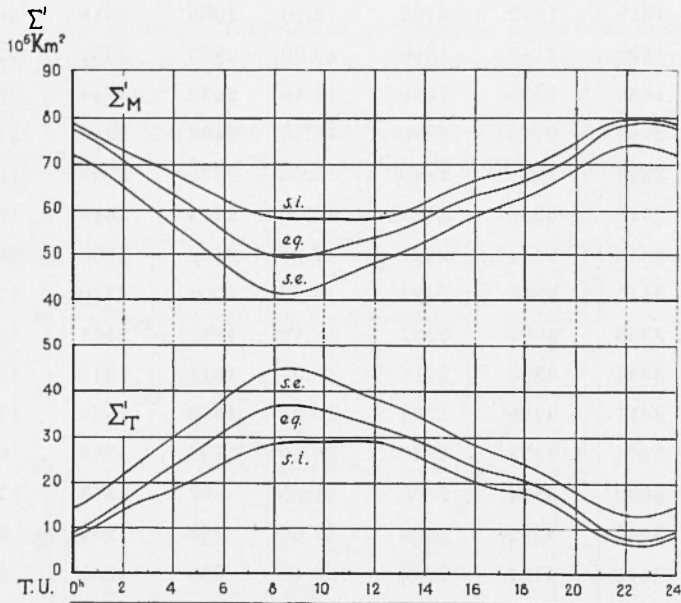


Fig. 5

Nella Tab. V e nella Fig. 5 sono riportati i valori ed il relativo andamento di questa superficie apparente.

L'andamento non differisce sostanzialmente da quello calcolato senza tener conto dell'assorbimento atmosferico, pur presentando una

variazione percentuale maggiore. I massimi e i minimi per  $\Sigma'_T$  sono stati calcolati analogamente come per la  $\Sigma_T$  e si sono ottenuti i seguenti valori:

Tabella VI

Periodi	Massimo	Minimo
Equinozio . . . . .	8.40	22.30
Solstizio estivo . . . . .	8.30	22.30
Solstizio invernale . . . . .	11.10	22.20

Nella Fig. 5 è stata riportata anche la  $\Sigma'_M$ , cioè la superficie apparente dei mari illuminati dal sole corretta per l'assorbimento. Per poterla calcolare si è anzitutto trovata la superficie apparente di tutta la terra corretta per l'assorbimento atmosferico. La superficie totale apparente di ogni sezione della terra di  $10^\circ \times 10^\circ$  è stata moltiplicata per il fattore  $(p)^{\sec z}$  e poi si sono sommati tutti questi prodotti. Si è ottenuto così il valore di  $8595 \cdot 10^4 \text{ km}^2$ ; per differenza con la  $\Sigma'_T$  si è trovata la  $\Sigma'_M$ .

Tabella VII - ANDAMENTO MEDIO ANNUO DELLA SUPERFICIE APPARENTE DELLE TERRE EMERSE, ILLUMINATE DAL SOLE, CON LA CORREZIONE PER L'ASSORBIMENTO ATMOSFERICO (in  $10^4 \text{ km}^2$ ).

T.U.	$\Sigma'_T$	T.U.	$\Sigma'_T$	T.U.	$\Sigma'_T$	T.U.	$\Sigma'_T$
0.40	1231	6.40	3361	12.40	3197	18.40	1869
1.20	1457	7.20	3535	13.20	3057	19.20	1672
2.00	1703	8.00	3641	14.00	2887	20.00	1436
2.40	1947	8.40	3676	14.40	2701	20.40	1195
3.20	2176	9.20	3644	15.20	2524	21.20	996
4.00	2397	10.00	3568	16.00	2377	22.00	879
4.40	2630	10.40	3481	16.40	2259	22.40	857
5.20	2882	11.20	3400	17.20	2151	23.20	916
6.00	3137	12.00	3311	18.00	2025	24.00	1044

Con un procedimento del tutto analogo al caso precedente si è calcolato l'andamento medio annuo di  $\bar{\Sigma}'_T$ , e per differenza l'andamento medio annuo di  $\bar{\Sigma}'_M$ .

Nella Tab. VII e nella Fig. 6, sono riportati i valori di  $\bar{\Sigma}'_T$  e gli andamenti di  $\bar{\Sigma}'_T$  e di  $\bar{\Sigma}'_M$ .

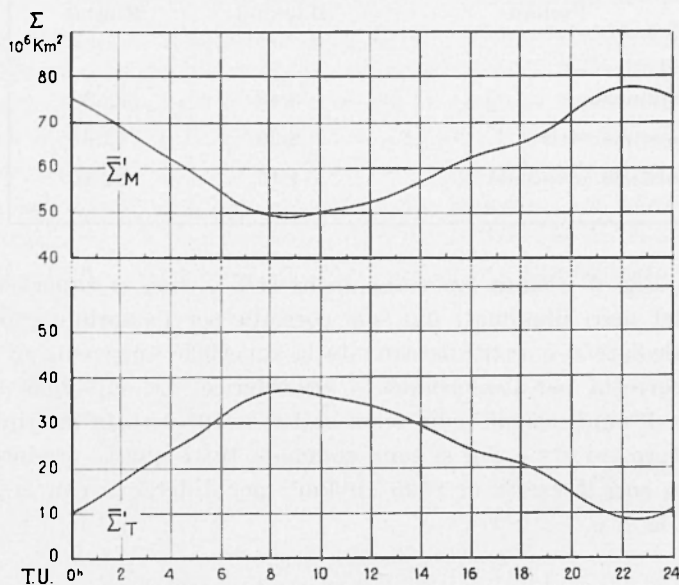


Fig. 6

Abbiamo cercato, come nel caso precedente, una funzione che potesse descrivere l'andamento della  $\bar{\Sigma}'_T$ , e si è trovato che esso può essere rappresentato dalla:

$$\bar{\Sigma}'_T = 22,7 + 14,1 \cos \omega t \quad (\text{in } 10^6 \text{ km}^2) \quad [3]$$

dove  $\omega$ , variabile durante il giorno è dato dalle seguenti relazioni:

$$\begin{array}{lll} 0^h \leq t \leq 10^h & \omega = 15,00 - 0,435 t & \text{gradi/ora} \\ 10^h \leq t \leq 16^h & \omega = 5,23 + 0,542 t & \text{» »} \\ 16^h \leq t \leq 24^h & \omega = 11,70 + 0,1375 t & \text{» »} \end{array},$$

e  $t$  è il tempo solare (espresso in ore) riferito al meridiano di  $130^\circ$  W, spostato cioè di  $8^h40'$  dal meridiano di Greenwich.

Nella Fig. 7 sono state riportate a tratto pieno la curva relativa a  $\bar{\Sigma}'_T$  calcolata secondo la [1] — dove al posto delle superfici apparenti

$\Sigma_T$  compaiono le superfici apparenti  $\Sigma'_T$  corrette per l'assorbimento atmosferico — e a tratti la curva calcolata con la [3].

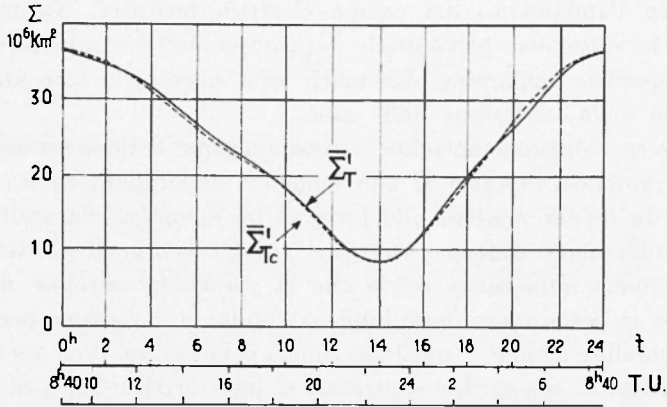


Fig. 7

Prendiamo ora in esame un fenomeno naturale che abbia un andamento universale, per es. il campo elettrico terrestre. Esso presenta<sup>(2)</sup> un minimo alle 4<sup>h</sup> T.U. ed un massimo alle 19<sup>h</sup>30' T.U.: la sua variazione percentuale è del 36% (v. Fig. 8).

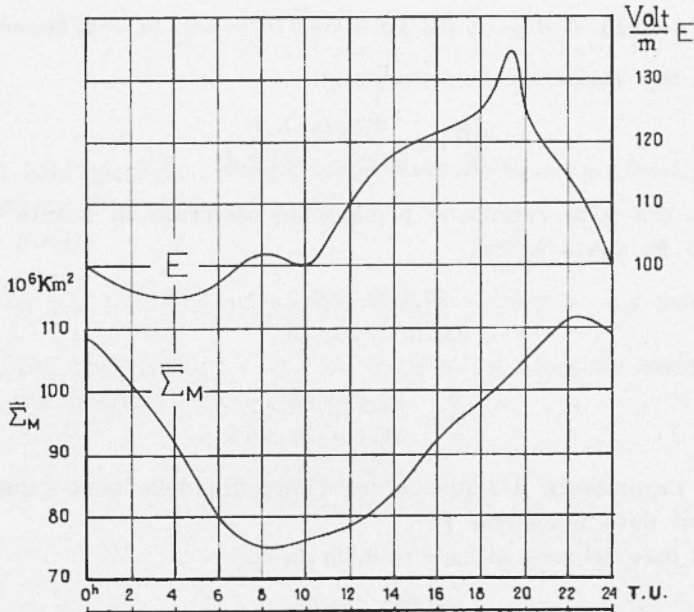


Fig. 8

Ebbene si vede subito che facendo slittare di circa 4 ore la curva dell'andamento della superficie apparente dei mari illuminati dal sole, si ritrova l'andamento del campo elettrico terrestre. Naturalmente, essendo la variazione percentuale del campo elettrico minore di quella della superficie apparente dei mari, sarà necessario fare anche una riduzione della variazione delle aree.

Questa riduzione potrebbe essere spiegata tenendo presente che è stata ammessa l'ipotesi di una influenza dell'illuminazione dei mari diversa da quella relativa alle terre su un fenomeno naturale presentante l'andamento diurno universale. Infatti se i mari e le terre avessero la stessa influenza è ovvio che la variazione sarebbe del tutto nulla; se le terre avessero un'influenza nulla, la variazione percentuale diurna sarebbe uguale a quella dei mari e viceversa. Per aver un'idea del rapporto di questi due contributi si può scrivere per i mari e per le terre rispettivamente:

$$\begin{aligned}\Sigma_M &= 93,2 - 18,7 \cos \omega t \\ \Sigma_T &= 34,2 + 18,7 \cos \omega t ,\end{aligned}$$

e indicando con  $F$  un qualsiasi fenomeno naturale dipendente da  $\Sigma_T$  e da  $\Sigma_M$ , sia pure con coefficienti diversi, si ha:

$$F = \alpha \Sigma_M + \beta \Sigma_T = (93,2 \alpha + 34,2 \beta) - 18,7 (\alpha - \beta) \cos \omega t .$$

La sua variazione percentuale è:

$$\frac{\Delta F}{F} = \frac{37,4 (\alpha - \beta)}{93,2 \alpha + 34,2 \beta}$$

Sia ora  $\gamma$  la variazione percentuale osservata in natura sul fenomeno  $F$ : dovrà aversi,

$$\frac{37,4 (\alpha - \beta)}{93,2 \alpha + 34,2 \beta} = \gamma ,$$

da cui:

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{37,4 - 93,2 \gamma}{37,4 + 34,2 \gamma} ,$$

questo rappresenta il rapporto tra l'influenza delle terre e quelle dei mari sul dato fenomeno  $F$ .

Nel caso del c.e.t. si ha  $\gamma = 0,36$ , da cui:

$$\frac{\beta}{\alpha} \sim \frac{1}{13} ,$$

cioè l'influenza dei mari è circa 13 volte quella delle terre emerse.

Nella Fig. 9 è riportata la curva:

$$f = \bar{\Sigma}_M + \frac{1}{13} \bar{\Sigma}_T,$$

oltre all'andamento diurno universale del c.e.t.

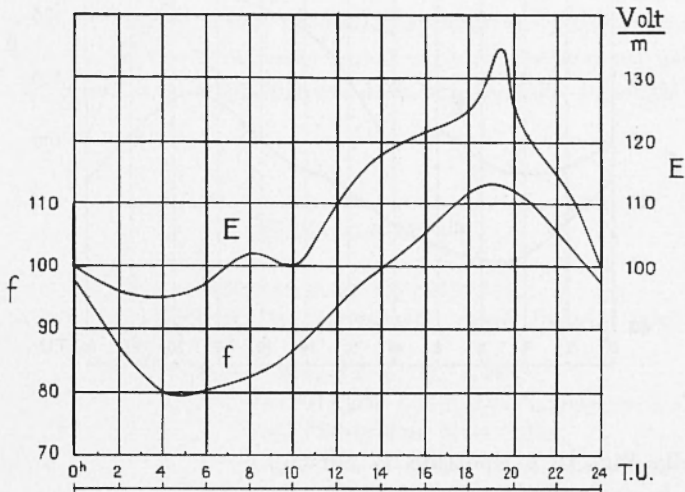


Fig. 9

Un analogo calcolo, tenendo conto dell'assorbimento dell'atmosfera, porta ad un altro valore del rapporto  $\beta/\alpha$ .

Si ponga:

$$F = \alpha' \Sigma'_M + \beta' \Sigma'_T = (63,3 \alpha' + 22,7 \beta') - 28,2 (\alpha' - \beta') \cos \omega t,$$

da cui, indicando sempre con  $\gamma$  la variazione percentuale osservata in natura nel fenomeno  $F$ , si ottiene:

$$\frac{28,2 (\alpha' - \beta')}{63,3 \alpha' + 22,7 \beta'} = \gamma,$$

da cui:

$$\frac{\beta'}{\alpha'} = \frac{28,2 - 63,3 \gamma}{28,2 + 22,7 \gamma}.$$

Introducendovi il valore  $\gamma = 0,36$  del c.e.t. si ha:

$$\frac{\beta'}{\alpha'} \sim \frac{1}{6,7}$$

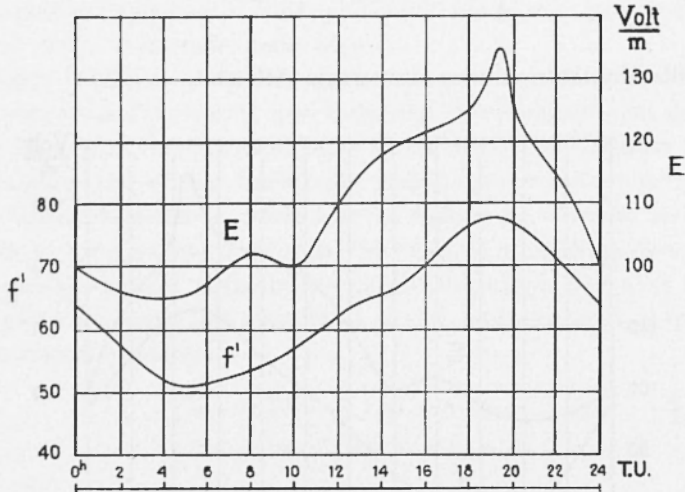


Fig. 10

Nella Fig. 10 è riportata la curva  $f'$ :

$$f' = \bar{\Sigma}'_M + \frac{1}{6,7} \bar{\Sigma}'_T,$$

oltre all'andamento diurno universale del c.e.t.

Se si tiene conto dell'assorbimento dell'atmosfera, si osserva che l'influenza dei mari nel c.e.t. è circa sette volte l'influenza delle terre emerse.

Si può quindi concludere che il c.e.t. sembra essere influenzato istante per istante dall'energia solare assorbita complessivamente dalla terra: infatti le superfici dei mari presentano un albedo molto più piccolo di quello presentato dalle terre emerse. Pertanto il valore del rapporto  $\beta'/\alpha'$  trovato è più attendibile di quello  $\beta/\alpha$ , in quanto il rapporto dei coefficienti di assorbimento (<sup>1</sup>) non raggiunge certamente il valore di 13, ma è certamente inferiore a 6. Infatti il valore di questo rapporto, è difficile a prefissarsi in quanto l'albedo delle terre emerse è molto vario, dipendendo notevolmente dalla natura del suolo. Esso può andare dal 3% per i prati fino a circa l'85% per le superfici ricoperte da neve (<sup>2</sup>). Bisogna inoltre tener conto che, oltre all'albedo,



esiste un altro elemento di primaria importanza nel bilancio termico, e cioè lo scambio di energia tra terra o mare e l'atmosfera.

Pertanto si può concludere che, pur non conoscendo nei particolari il meccanismo con il quale l'energia del sole, che cade complessivamente sulla terra, possa influenzare il c.e.t., l'andamento dell'energia totale assorbita complessivamente dalla terra e quello del c.e.t. sembrano del tutto analoghi, denunciando un qualche effetto dell'una sull'altra.

Inoltre ci è parso molto interessante mostrare questa correlazione in quanto, a nostro parere, essa potrà portare certamente un contributo allo studio del meccanismo della circolazione generale dell'atmosfera (5).

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) ALBRECH F., *Ann. Meteorol.*, **2**, p. 129, (1949).  
 LONDON J., *A Study of the Atmospheric Heat Balance*. Dept. Met., New York Univ., (1957).  
 HOUGHTON H. G., *Journ. Met.*, **11**, p. 11, (1954).  
 BUDYKO M. J. - KONDRATIEV K. Y., in *Research in Geophysics*, di ODISHAW H., **2**, p. 529. M.I.T. Press, Cambridge, Mass. 1964.
- (2) WHIPPLE F. J. W., SCRASE F. J., *Geophys. Mem. Lond.*, **68**, (1936).  
 BYERS H. R., *Thunderstorm Electricity*. The University of Chicago Press, (1953).  
 SMITH L. G., *Recent Advances in Atmospheric Electricity*, Pergamon Press, London, (1958).
- (3) ROULLEAU J., TROCHON R., *Météorologie générale*. Tome I, Gauthier-Villars, Paris, (1952).
- (4) ANGSTRÖM A., *Geogr. Ann.*, **7**, p. 323, (1925).  
 GOODE J. P., *Goode's School Atlas*. Rand Mc Nally Co. New York, (1947).  
 FRITZ S., *Journ. Met.*, **6**, p. 277, (1949).  
 ANGSTRÖM A., *Tellus*, **14**, p. 435, (1962).
- (5) STARR V. P., *Compendium of Meteorology*, Am. Met. Soc., p. 1017, Boston.  
 WHITE R. M., *Trans. Am. Geophys. Union*, **32**, p. 391, (1951).  
 LETTAU H., *Archiv für Met. Geophys. und Biocl.*, **7**, p. 133, (1954).  
 RAO Y. P., *Quart. Journ. of Roy. Met. Soc.*, **86**, p. 156, (1960).