

Pubblicazioni
dell'Istituto Nazionale di Geofisica del Consiglio Nazionale delle Ricerche
diretto dal prof. Antonino Lo Surdo

N. 29

ENRICO MEDI

Andamento diurno del campo
elettrico terrestre in Roma

ROMA
ANNO MCMXXXIX - XVIII

ESTRATTO DA "LA RICERCA SCIENTIFICA"
ANNO X - N. 11 - (NOVEMBRE 1939-XVIII), pag. 1005

ROMA, 1939-XVIII - TIPOGRAFIA TERME - VIA PIETRO STERBINI, 6.

Riassunto: E' esposto, nelle linee generali, l'andamento diurno del campo elettrico terrestre in Roma in base ai valori registrati con continuità durante un anno in via sperimentale. Si è notato in particolare una diversità di comportamento del campo durante i mesi invernali e quelli estivi e la presenza di un massimo notevole verso le 13.

Al livello di un terreno pianeggiante orizzontale il campo elettrico terrestre ha un valore dell'ordine di grandezza di cento volt per metro. Questo valore risulta come media dal complesso delle misure e delle registrazioni continue eseguite da circa un secolo in un numero rilevante di località della terra; il senso di tale campo è diretto normalmente verso la superficie del suolo. Avvengono però, piuttosto frequentemente, perturbazioni di carattere tale da dare origine a valori molto più elevati di quello medio (si possono osservare anche campi di alcune migliaia di volt per metro) e di segno invertito oppure variabile.

Anche in giornate perfettamente serene il valore del campo non si mantiene mai assolutamente costante, esso subisce fluttuazioni di entità più o meno rimarchevole e della durata di alcuni minuti primi. Unitamente a queste variazioni, che potremo dire a breve periodo, esistono variazioni a periodo molto lungo che danno luogo ad un insieme di massimi e minimi nei valori del campo: tale insieme presenta una periodicità giornaliera.

Ogni stazione presenta un andamento diurno con particolari caratteristiche, in generale variabili, in funzione del periodo dell'anno.

Esaminando l'insieme delle osservazioni compiute nelle diverse stazioni dotate di registrazioni continue, non è possibile stabilire in maniera definitiva se i rispettivi andamenti diurni siano o no vincolati fra loro da qualche fenomeno di carattere generale che agisca contemporaneamente nei diversi luoghi della terra. Le osservazioni invece, compiute sul mare, mostrano, come, sulle vaste estensioni degli oceani, l'andamento giornaliero sia funzione di un tempo assoluto, dipendente cioè dalla posizione di un particolare meridiano rispetto al sole.

Come si è detto, non è possibile asserire ciò per le stazioni di terraferma; potrebbe darsi che il fenomeno sia mascherato dalle perturbazioni di carattere locale, molto accentuate, che determinano un andamento funzione della posizione del meridiano del luogo rispetto al sole.

Considerando l'ora locale, si è trovato che, per una gran parte delle stazioni, i rispettivi comportamenti del campo hanno strette analogie, tanto che si sono potuti distinguere, per le zone temperate, due tipi fondamentali di stazioni.

Ad un tipo appartengono le stazioni che presentano un andamento presso a poco eguale in tutto l'anno, all'altro tipo le stazioni che presentano caratteristiche nettamente differenziate fra la stagione estiva e quella invernale.

Si osserva in genere per tutte un valore minimo nelle ore notturne e un massimo la sera verso le ore 19.

Dato l'elevato interesse di tale genere di ricerche, per l'esecuzione delle dovute indagini di carattere sistematico e continuo, l'Istituto nazionale di geofisica ha iniziato da tempo la preparazione dell'apparecchiatura sperimentale adatta allo scopo. Tale apparecchiatura sarà usata per la costituzione di una stazione per l'elettricità atmosferica, completamente corredata per il complesso delle ricerche da eseguire e in località tale da presentare, nella maniera più soddisfacente, i requisiti richiesti. Allo scopo di sottoporre ad una prova gli apparecchi costruiti, si è iniziata da un anno una serie regolare di registrazioni presso la sede dell'Istituto di geofisica: e cioè nell'Istituto di fisica della Città Universitaria di Roma.

Nella parte più elevata di questo Istituto, costituita da una costruzione sopraelevata di sezione rettangolare, sono state installate le sonde di potenziale. Per eseguire contemporaneamente una particolare ricerca sulla individuazione delle cariche presenti nell'atmosfera, sono stati usati tre equalizzatori di potenziale costituiti da tre sonde radioattive al polonio. Dette sonde sono state poste ad eguale distanza dalla superficie equipotenziale zero definita dalle pareti della costruzione, in modo da averne una sulla parete esposta approssimativamente verso nord, una sulla parete a questa normale verso est, e la terza sul tetto costituito da una superficie piana orizzontale. Ciascuna sonda era collegata con l'ago di un elettrometro a quadranti montato con il metodo simmetrico, opportunamente smorzato.

L'immagine di un filamento incandescente, dopo la riflessione sullo specchio dell'elettrometro, astigmatizzata da una sottile fenditura, era formata sopra una carta fotografica. La carta era mossa da un movimento di orologeria, la sua velocità di scorrimento era di 31 millimetri all'ora. Sono stati usati due registratori dello stesso tipo in modo da ottenere sopra il medesimo foglio di uno di essi le indicazioni relative alle due sonde nord ed est, così si è avuta la corrispondenza esatta fra le curve per eseguire senza errori di tempo il confronto relativo; il secondo registratore era usato per la terza sonda.

Tutte le parti isolanti erano di ambra opportunamente protetta. I sostegni delle capsule radioattive, gli elettrometri a quadranti, i registratori fotografici, sono stati progettati e costruiti interamente nell'Istituto nazionale di geofisica.

Non si è avuto lo scopo di ottenere dei valori esatti dal punto di vista quantitativo, date le condizioni nelle quali si è dovuto operare. Anche qualitativamente i dati ottenuti devono essere accettati e discussi con molto discernimento, tenendo sempre presente però che le condizioni in cui si è sperimentato presentano analogia per i disturbi di carattere locale, che si possono attribuire alla collocazione degli apparecchi entro una zona abitata, con quelle di molte delle stazioni esistenti che rilevano sistematicamente le caratteristiche elettriche dell'atmosfera e i cui risultati sono periodicamente pubblicati.

In ogni modo, è stato raccolto un abbondantissimo materiale di registrazione continua per la durata di un anno, dall'esame del quale è risultato un insieme di osservazioni di notevole interesse. Ho creduto perciò opportuno dare notizia di quelle particolarità la cui esistenza, pur nelle speciali condizioni di lavoro e il carattere di prova degli strumenti di cui si è detto, si è presentata come sicuramente accertata.

In base al metodo usato di registrare contemporaneamente i valori del campo con tre sonde di potenziale aventi esposizione diversa, si è constatato

che l'andamento qualitativo, anche nelle più minute particolarità, è identico per tutte. Ciò dimostra come i valori ottenuti non abbiano risentito in maniera notevole dell'influenza del vento, o del soleggiamento, o della carica spaziale prodotta dalle sostanze radioattive.

Riferiremo, come si è detto, alcuni degli aspetti più notevoli del comportamento giornaliero del campo elettrico terrestre in Roma, dando prima una breve descrizione generale dell'andamento più comune, per poi esporre per ogni mese le particolarità osservate.

Nel periodo notturno si nota una calma particolare con piccola intensità del campo, che va decrescendo lentamente dalle ore zero fino verso le tre o le quattro, periodo in cui si raggiungono i valori più bassi di tutta la giornata. Verso le cinque del mattino tali valori cominciano a crescere e cominciano ad accentuarsi, specie dopo la levata del sole, oscillazioni caratteristiche di durata variabile, che permangono di ampiezza notevole fino al tramonto. L'aumento dell'intensità, permane fino verso le nove, ora in cui si raggiunge il primo massimo della giornata. Dopo tale ora (diremo mese per mese con quali caratteristiche particolari) si scende verso un minimo che si manifesta per lo più verso le ore sedici: è questo il minimo inferiore del periodo diurno. Dopo tale minimo, attraverso un aumento più o meno graduale, si raggiunge il massimo, che diremo il più importante della giornata, perchè non manca in nessun periodo dell'anno e frequentemente rappresenta anche il massimo assoluto. Dopo le 21 il campo decresce per assumere il comportamento notturno, di cui si è detto sopra.

Mentre per il periodo della notte non si osservano particolarità notevoli, per il periodo diurno lo schema generale ora dato subisce notevolissime variazioni durante l'anno; perciò faremo della curva giornaliera una rapida descrizione nelle sue note più rimarchevoli, iniziando dal mese di novembre.

In questo mese, come in quello successivo, la curva giornaliera ha presentato un massimo la sera verso le 19 e le 20, e un minimo la notte dopo il quale molto lentamente i valori del campo sono cresciuti, l'aumento di essi è stato più notevole verso le nove: dopo tale ora si è osservato un andamento quasi stazionario, con un accenno a diminuire dopo le 13, raggiungendo infine il massimo assoluto della giornata all'ora sopra detta, cioè verso le 20. In qualche giornata tuttavia, il massimo del mattino è comparso ben definito dando l'onda doppia.

Nei primi giorni di gennaio ho notato il massimo delle nove al mattino più frequente e un minimo, pochissimo accentuato, nelle prime ore del pomeriggio seguito da un aumento fino alle 19, poi da una diminuzione fino al minimo della notte, osservato verso le tre. I passaggi da un massimo al successivo, avvenivano così gradualmente da non risultare sempre possibile il distinguerli e la curva conservava talvolta l'aspetto di un'unica onda crescente dalle tre alle 19, caratteristica dei due mesi precedenti. Nella seconda metà del mese ha cominciato a delinearsi un comportamento più complesso, osservato per tutto il mese successivo. Si è manifestata cioè una maggiore definizione dei massimi e passaggi più bruschi dai valori bassi a quelli elevati e viceversa, l'onda aveva un aspetto doppio ben definito, il massimo del mattino è stato sempre seguito da una diminuzione di intensità chiaramente osservabile. Verso la fine di marzo si è ormai definito il comportamento dei mesi più caldi, la curva è divenuta più complessa apparendo un numero maggiore di massimi e minimi: il massimo del mattino portava talvolta a valori superiori a quello della sera. Nei primi giorni di aprile si sono avuti andamenti singolari: il massimo della sera è risultato notevolmente anticipato fin verso le 17. Questo però solo per pochi giorni, dopo i quali è riapparsa la distribuzione dei valori descritta, cioè analoga a quella del mese precedente. Questi mesi che abbiamo nominato, li potremmo dire di transizione: in essi non si osservano caratteristiche ben definite ed eguali per tutte le giornate.

In maggio si è raggiunto nettamente distinto il comportamento estivo: il massimo del mattino molto notevole come intensità ed estensione, talvolta dalle otto e trenta fino alle 10. Nel periodo del mezzogiorno si è presentato costantemente un minimo verso le 11 e trenta e uno alle 14: fra di essi un massimo di entità molto notevole. Questo comportamento singolare è risultato anche in alcune giornate dei mesi precedenti ma non costantemente come nei mesi caldi. Dopo le 14 si aveva talvolta una nuova debole crescita che ne rendeva più netto il minimo, per raggiungere il minimo più basso del pomeriggio verso le 18, dopo di che con andamento piuttosto rapido si arrivava al massimo della sera oscillante fra le 19 e le 21. Il minimo della notte si manifestava fra le 3 e 30 e le 4. Per tutto il mese di giugno è continuato l'an-

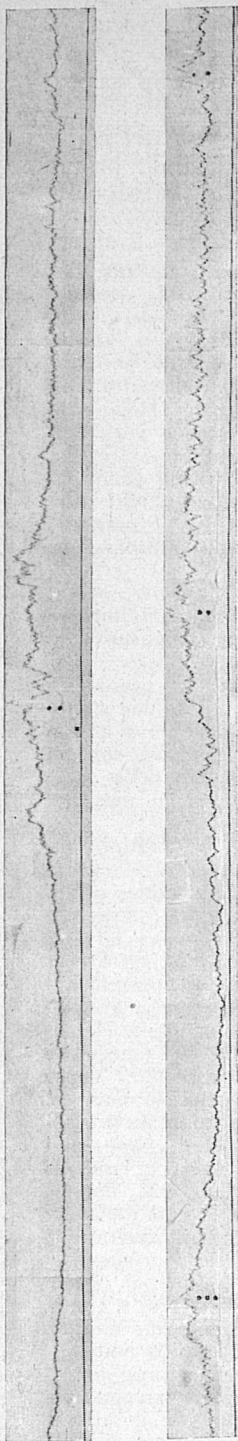


Fig. 1

Fig. 2

damento descritto, il massimo delle 13 acquistava talvolta valori tali da essere il più notevole di tutta la giornata; è stato questo il mese nel quale l'andamento giornaliero si è ripetuto con maggiore regolarità ogni giorno, data anche la scarsità di perturbazioni notevoli di carattere elettrico nell'atmosfera.

In luglio i massimi e i minimi sono andati gradatamente accentuandosi sempre meno, anche il minimo delle 14 talvolta non è risultato visibile pur rimanendo sempre quello delle 12. Le perturbazioni di breve periodo (da due a cinque minuti) divenivano spesso così notevoli da raggiungere anche la metà del valore medio. In agosto non si sono presentate altre particolarità notevoli; la seconda metà del mese è stata continuamente perturbata da fenomeni temporaleschi che hanno impedito di trarre alcune deduzioni sull'andamento diurno.

Durante questo periodo, il più caldo dell'anno, in un certo numero piuttosto notevole di giorni la curva ha presentato una complessità ancora più marcata di quella descritta.

Senza soffermarci sui particolari di essa elenchiamo semplicemente la successione dei massimi e dei minimi che ho osservato non essendo nel carattere della nostra esposizione puramente indicativa farne un'analisi e una discussione dettagliata. Dopo il minimo della notte un massimo alle 7, seguito da un secondo massimo alle 9 ÷ 10, poi diminuzione alle 11 e 30, massimo delle 13, minimo alle 14, massimo ben netto verso le 17, minimo alle 18, e infine massimo della sera dalle 19 alle 22.

Il mese di settembre ha presentato andamenti molto più calmi che non quelli dei precedenti mesi caldi; si è rivelata una analogia con ciò che si era osservato per gennaio. Fra il massimo del mattino e il massimo della sera è esistita però sempre una distinzione per quanto molto meno accentuata. La prima metà di ottobre ha fornito una curva del tipo simile a quella di novembre, dicembre sopra nominata. Il massimo del mattino è stato poco accentuato mentre è rimasto quello della sera. Il minimo pomeridiano è stato sempre meno notevole. Nella seconda metà, in alcune giornate, il massimo delle nove è stato eccezionalmente elevato e ben netto.

A titolo di esempio riportiamo nelle figure 1 e 2 le registrazioni complete ottenute in due giorni particolarmente calmi dal punto di vista elettrico e rispettivamente il primo nel periodo invernale, il secondo in quello estivo.

Nel grafico n. 1 è riportata la registrazione dalle ore 8 e 45 del 4-2-39 alle ore 8 e 25 del 5-2-39. I tempi vanno da destra verso sinistra. L'andamento della curva presenta un solo periodo di massimo nelle ore della sera, il valore più elevato è raggiunto alle 20 (ora segnata con due asterischi).

Nel grafico n. 2 è riportata la registrazione del campo dalle ore 11 e 35 del 13-7-39 alle ore 11 e 5 del 14-7-39. L'andamento è caratteristico del periodo estivo.

Si osservano: un massimo alle 13 e 10 (un asterisco) il massimo della sera alle 21 e 40 (due asterischi) e il massimo del mattino alle 8 e 30 (tre asterischi). Ben netto anche è il minimo della notte verso le ore 4.

In base a quanto ho esposto, le caratteristiche più notevoli dell'andamento giornaliero del campo elettrico terrestre in Roma, dedotte dalle osservazioni compiute durante un anno, si possono schematicamente riassumere come segue:

1) Si è avuto sempre un massimo alla sera fra le 19 e le 22 e un minimo la notte fra le 3 e le 4; unitamente ad essi si sono manifestati in maniera molto notevole,

un massimo al mattino fra le 8 e 30 e le 10 e un minimo al pomeriggio verso le 16.

2) Ho notato una diversità fra gli andamenti nei mesi più caldi (maggio, giugno, luglio, agosto), e i più freddi (novembre, dicembre, gennaio). Nei primi i massimi e i minimi sono risultati maggiormente accentuati e definiti, è comparsa bene distinta e sempre presente l'onda doppia con due massimi e due minimi; nei secondi la variazione dei valori è stata lenta e graduale, massimi e minimi poco differenziati, in modo da dare origine frequentemente ad un'unica onda nella quale si passa gradualmente dal minimo notturno al massimo della sera. La presenza dell'onda semplice non è però nettamente definita, perchè in diversi giorni, anche nel periodo invernale, si è avuto un massimo al mattino.

3) Negli altri mesi ho osservato andamenti di transizione.

4) Particolarmente caratteristico è risultato l'andamento del campo verso mezzogiorno, fatto questo osservato anche in alcune stazioni di Europa.

In tutti i periodi dell'anno, benchè non in tutte le giornate, si è avuto un minimo verso le 12 e un minimo verso le 14: fra questi oscillava, come posizione, a seconda dei giorni, un massimo di entità variabile.

In estate questo particolare comportamento è stato sempre presente e molto bene definito. Le posizioni dei minimi si sono ripetute giorno per giorno con grande regolarità con scarti eccezionalmente superiori ai 30 minuti; il massimo fra essi compreso, di estensione ed entità variabile, ha raggiunto talvolta i valori massimi osservati nella giornata. Il fatto che questo massimo è stato trovato in tutti i mesi dell'anno, regolarmente nei mesi estivi meno frequente in quelli invernali, sta a significare che esso dipende da qualche fenomeno di carattere più generale e più stabile, che non siano le condizioni meteorologiche locali. La presenza di tale massimo rende più complessa la curva giornaliera e fa sì che anche nei mesi freddi la semplicità della curva, tendente ad un'unica onda, sia risultata alterata.

In ogni modo, benchè non si sia potuto sperimentare nelle condizioni dovute, dal complesso delle osservazioni compiute, ho potuto dedurre, nelle linee generali, per il campo elettrico terrestre in Roma, un insieme di costatazioni le cui caratteristiche sono analoghe a quelle fornite da altre stazioni di Europa.