

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

N. 33

ENRICO MEDI

Influenza delle cariche elettriche
localizzate sulle misure del campo
elettrico dell'atmosfera

ROMA
ANNO MCMXL - XVIII

ESTRATTO DA "LA RICERCA SCIENTIFICA",
ANNO XI - N. 3 - (MARZO 1940-XVIII)

ROMA, 1940-XVIII - TIPOGRAFIA TERME - VIA PIETRO STERBINI, 6.

Riassunto: Una carica elettrica localizzata in una limitata regione dell'atmosfera genera in vicinanza di un piano conduttore, un campo elettrico la cui intensità è funzione della giacitura della superficie considerata. Questo fatto fa sì che il rapporto di similitudine, stabilito per la riduzione dei valori del campo al piano, non è affatto costante. Con opportuni accorgimenti sperimentali è possibile, mediante i dati di una sola stazione, rilevare l'azimut e l'altezza, nell'atmosfera, della carica elettrica agente.

Il valore del campo elettrico terrestre in vicinanza del suolo viene spesso dedotto eseguendo una misura di differenza di potenziale.

Il metodo comunemente usato è il seguente: si determina la differenza di potenziale esistente tra un punto P dell'atmosfera, situato ad una altezza nota h (dell'ordine del metro), ed il suolo; dividendo questa differenza di potenziale per la distanza h , si ottiene un valore, che viene preso come valore medio del campo elettrico esistente fra il punto P e il terreno.

Perchè il valore così dedotto possa dare indicazioni sul comportamento del campo elettrico, confrontabili con quelle ottenute in altre località, è necessario che le condizioni sperimentali, nelle quali sono compiute le misure, soddisfino a certe condizioni. Il terreno per esempio, deve essere piano, orizzontale, privo, entro un raggio notevolmente esteso, di oggetti sporgenti dal suolo di altezza notevole (case, alberi, ecc.) e il dispositivo usato per la determinazione del valore del potenziale nel punto stabilito non deve modificare l'andamento delle superfici equipotenziali che risultano, nelle condizioni ora esposte, piane e parallele al terreno.

Con diversi accorgimenti sperimentali è possibile fare in modo che la misura venga eseguita soddisfacendo i criterii ora esposti. Se le determinazioni del valore del campo elettrico fossero sempre compiute con tali criterii, sarebbe possibile, entro certi limiti, il confronto fra i dati di differenti stazioni.

In un grande numero di località, nelle quali si effettua la registrazione continua dei valori del campo elettrico, le condizioni su esposte non sono soddisfatte perchè la realizzazione di esse presenta spesso notevoli difficoltà di carattere sperimentale e di ordine pratico.

Il più delle volte il punto P , di cui si determina il potenziale, è situato in prossimità di una parete dell'edificio, che è considerata, dal punto di vista elettrostatico, come superficie equipotenziale zero. Non è possibile in queste condizioni dedurre il valore medio del campo elettrico mediante semplici espressioni analitiche: l'andamento delle superfici equipotenziali risulta dalla configurazione geometrica degli oggetti e delle costruzioni che si trovano in prossimità del punto.

Gli sperimentatori sono soliti perciò fare la riduzione dei valori al piano. Il problema si può enunciare nei termini seguenti: si deve stabilire quale sarebbe il campo in quella località in vicinanza del suolo se si sperimentasse sopra un terreno piano sufficientemente esteso e seguendo gli accorgimenti sopra accennati.

A questo fine, in una giornata, nella quale dal punto di vista elettrico, l'atmosfera si presenta come poco perturbata, si misura contemporaneamente il potenziale nel punto stabilito e nelle condizioni geometriche che in seguito saranno conservate e il potenziale di un punto in una località pianeggiante per quanto possibile prossima alla stazione.

Dati i valori dei due potenziali per un certo istante, si fa il rapporto fra il valore ottenuto nella stazione e il valore ottenuto sul piano diviso per la sua distanza dal suolo espressa in metri.

In base all'ipotesi che, le variazioni del campo elettrico dovute alle cariche elettriche dell'atmosfera influiscano egualmente sul potenziale nei due punti, il rapporto trovato deve rimanere costante. E' quindi possibile, una volta determinato il valore del fattore di riduzione, risalire, dal potenziale determinato nella stazione, al campo che si osserverebbe se le condizioni fossero quelle dovute. I risultati sperimentali ottenuti e alcune considerazioni di carattere teorico mostrano però che l'ipotesi su cui è basato il metodo non è giustificata dalla realtà fisica. L'ipotesi infatti suppone che il campo sia determinato da una distribuzione di cariche nell'atmosfera funzione della sola altezza e di densità costante, per una altezza data, rispetto alle altre due coordinate, entro una estensione molto vasta. Contro questo modo di vedere si deve anzitutto osservare che è estremamente raro il caso in cui si verifichi questa distribuzione uniforme di cariche per estensioni piuttosto ampie. In secondo luogo, se la stazione e il piano di confronto non si trovano alla medesima altezza, per il punto situato più alto è nullo l'effetto della carica spaziale compresa fra la quota del punto più alto e la quota del punto più basso, il cui campo è invece influenzato da detta carica.

Inoltre bisogna tenere conto del contributo dovuto alle cariche elettriche presenti fra il punto e il suolo, che influiscono in maniera molto rilevante sul valore del campo. Le considerazioni e gli sviluppi analitici svolti da Nish, mostrano che, affinché il fattore di riduzione possa considerarsi invariabile, è necessario che la carica spaziale nelle vicinanze del suolo sia in rapporto costante con la carica spaziale analoga presente sul terreno pianeggiante di confronto. Tale condizione non può esattamente ripetersi che in circostanze molto eccezionali. Infatti l'esperienza mostra che, eseguendo diverse misure del fattore di riduzione al piano, in tempi diversi, si ottengono dati non concordanti.

Lo scopo della presente nota è di mostrare come, oltre alle considerazioni esposte, si debba tenere conto dell'esistenza di altre cause di errore tali da fare sì che la riduzione al piano, in un gran numero di casi, perda significato. Nell'atmosfera infatti si presenta spesso la circostanza che siano presenti cariche elettriche di elevato valore, localizzate in regioni particolari, come per esempio si verifica nel caso delle nubi temporalesche.

Senza procedere allo sviluppo del problema dal punto di vista analitico mi limito nella presente nota ad esporre le considerazioni di carattere generale.

Una carica elettrica localizzata nell'atmosfera genera in un punto, situato

in prossimità di una superficie piana conduttrice un campo elettrico funzione della giacitura di questa superficie.

Per semplificare il problema si supponga di avere un piano conduttore S a potenziale zero, verticale e sufficientemente esteso. Si consideri su questo piano un punto a distanza tale dal suolo che l'azione delle cariche, presenti su questo, sia trascurabile. Il campo elettrico, esistente in detto punto, dovuto ad una carica elettrica Q localizzata in un punto dell'atmosfera è dato dall'espressione

$$E = \frac{2Q}{r^2} \text{ sen } \Theta$$

dove Θ è l'angolo formato fra la normale e la congiungente il punto P con il punto M .

Questo campo risulta quindi una funzione della posizione di M rispetto alla superficie: se M si sposta, pur restando alla medesima distanza, il campo cambia valore, e analogamente avviene se, fermo restando M , cambia la giacitura della superficie S .

Nella maggior parte delle stazioni attualmente esistenti, nelle quali vengono eseguite registrazioni continue del campo elettrico, il punto per il quale si compie la misura è in vicinanza di una parete verticale. Spesso si verifica il caso che nell'atmosfera esistano cariche localizzate in particolari regioni limitate di essa, i valori del campo nel punto di misura risultano quindi, per quanto si è detto, funzione della particolare giacitura della parete rispetto alla posizione di dette cariche.

Non può pertanto esistere un rapporto costante fra il potenziale elettrico registrato nel punto e il potenziale del punto di riferimento situato sul piano, che è stato usato allorchè è stata compiuta la riduzione dei valori e stabilito il rapporto di similitudine. Per ottenere una conferma sperimentale di queste considerazioni, nell'Istituto nazionale di geofisica, da circa un anno, sono state compiute le registrazioni del campo elettrico disponendo tre sonde di potenziale in tre punti situati ciascuno in prossimità di una parete avente giacitura diversa. I dati sperimentali mostrano chiaramente come il rapporto dei rispettivi campi elettrici non si mantenga affatto costante.

Per ottenere uno studio più completo dello stato elettrico dell'atmosfera è stata costruita nel medesimo Istituto di geofisica una stazione che permette di ottenere le registrazioni del campo elettrico per cinque punti. Quattro punti sono situati in prossimità di pareti verticali, conduttrici, ortogonali fra loro, e uno sopra una parete orizzontale.

Le pareti verticali a due a due, con quella orizzontale, costituiscono un triedro; nei tre punti si ottengono le tre componenti del campo dovute ad una carica elettrica localizzata nello spazio

$$E_1 = \frac{2Q}{r^2} \text{ sen } \Theta_1 \quad E_2 = \frac{2Q}{r^2} \text{ sen } \Theta_2 \quad E_3 = \frac{2Q}{r^2} \text{ sen } \Theta_3$$

è quindi possibile individuarne la giacitura disponendo dei dati di questa unica stazione.

A titolo di esempio riporto una registrazione ottenuta per due punti situati in vicinanza di pareti diversamente orientate. Conformemente a quanto è stato esposto si nota come l'andamento qualitativo del campo elettrico sia

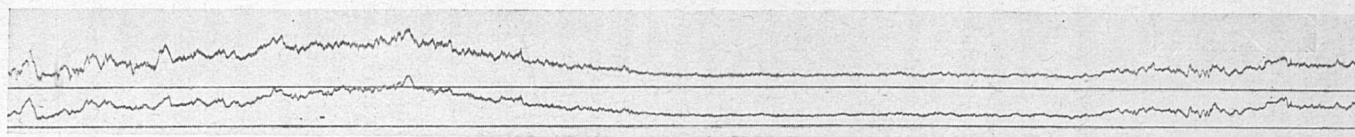
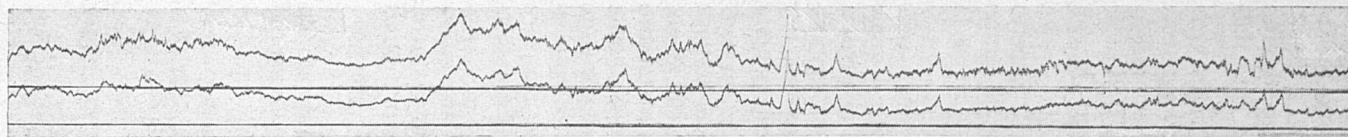


Fig. 1 - Andamento del campo elettrico dell'atmosfera nei giorni 20-21 luglio 1939-XVII: componenti nord ed est. Senso del tempo da destra a sinistra: dalle 11 e 45 alle 23 e 30 del giorno 20 (*sopra*), dalle 23 e 30 del 20 alle 11 e 15 del giorno 21 (*sotto*).

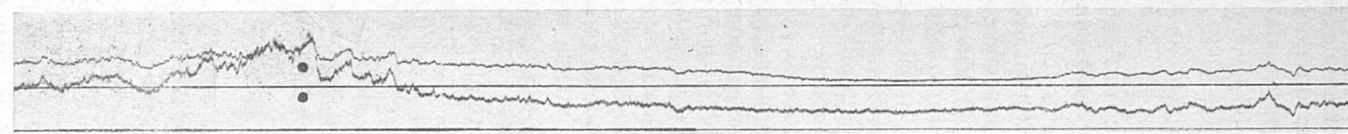
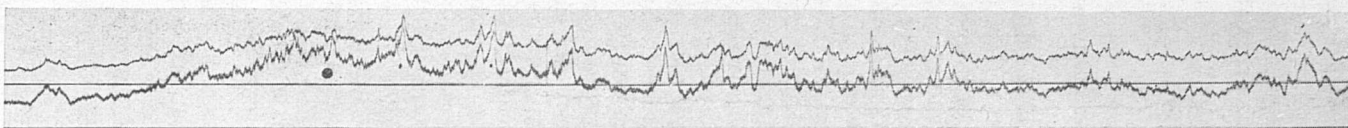


Fig. 2 - Andamento del campo elettrico dell'atmosfera nei giorni 7-8 giugno 1939-XVII: componenti nord ed est. Senso del tempo da destra a sinistra: dalle 12 e 50 del 7 alle 0 e 15 del giorno 8 (*sopra*), dalle 0 e 15 alle 11 e 30 del giorno 8 (*sotto*).

perfettamente eguale anche nei minimi particolari per le due posizioni, e come, invece, non sia affatto costante il rapporto fra le grandezze quantitativamente considerate per i due punti. Ciò sta ad indicare come nell'atmosfera siano presenti, oltre ad una carica uniformemente distribuita rispetto alle coordinate orizzontali, altre cariche, localizzate, che cambiano di posizione.

Il complesso dei risultati sperimentali di più notevole interesse sarà esposto in una prossima nota. Frattanto, a titolo di esempio, riporto le registrazioni ottenute per due giorni presentanti un comportamento diverso.

La curva superiore si riferisce al potenziale registrato per un punto in prossimità di una parete esposta verso il nord, la curva inferiore per un punto vicino alla parete esposta ad est.

Nel giorno 20 luglio 1939-XVII si nota come le due curve abbiano un andamento non solo simile dal punto di vista qualitativo ma anche quantitativamente il rapporto fra i potenziali registrati varia di pochissimo: la giornata è stata serena e i risultati stanno ad indicare la presenza di una distribuzione di cariche uniforme rispetto alle coordinate parallele al terreno (Fig. 1).

Nei giorni 7 e 8 giugno 1939, che dal punto di vista meteorologico non presentavano particolarità notevoli, si osserva che il rapporto fra le ordinate delle due curve non è costante e subisce notevoli variazioni in particolare dalle ore 20 alle 22 del 7 e dalle 7 alle 10 dell'8 giugno 1939-XVII (indicate rispettivamente con un asterisco e con due asterischi). Questo fatto rivela la presenza di cariche elettriche localizzate nell'atmosfera in posizione tale da produrre un campo di maggiore intensità sul piano ad est che sul piano a nord (Fig. 2).