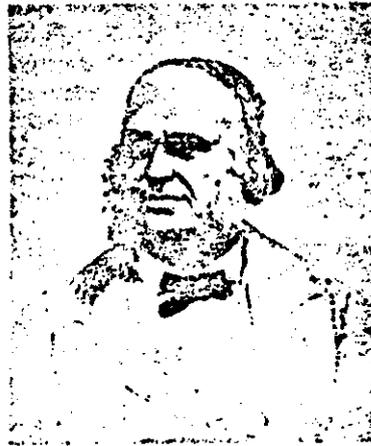


INSTITUT INTERNATIONAL D'ANTHROPOLOGIE (Paris)
Istituto di Antropologia fisica di Genova
Istituto di Scienze antropologiche di Cagliari

ACTES du
XX^e CONGRES INTERNATIONAL
D'ANTHROPOLOGIE
ET D'ARCHEOLOGIE PREHISTORIQUE

Cagliari: 09 - 12 octobre 1980



Paul Broca (1824-1880)

Siège des Travaux:
Amphitheatre de l'Institut d'Anatomie humaine normale

Comité d'organisation et Secrétariat:
Institut de Sciences anthropologiques de l'Université

Cagliari, 2 Rue G.T. Porcell (Italie)

CONSIDERAZIONI SUI VALORI DELLA IONIZZAZIONE ATMOSFERICA A DIFFERENTI ALTITUDINI NEL PERÙ

(Lake Mountain Scientific Expedition, 24 marzo - 21 aprile 1978)

di Memeo S.A.*, Consales D.L.*, Guerra L.**, Mazzufferi G.*,
Piantanelli L.*, Nikolits M.* (Ancona, Isona)

Generalmente si parla di ionizzazione positiva e negativa dello ambiente, ma risulterebbe più opportuno invertire i termini in quanto è noto che i negativi o piccoli ioni (con diametro di 10^{-4} micron) risultano essere fattori di benessere, di salute; al contrario, i positivi o grossi ioni (con diametro di 1/1000 di mm) prevalentemente esprimono condizioni climatiche (sia macro che micro-climatiche) non biologicamente ottimali (si ricordano le ricerche, in tal senso, di Windischbauer¹, Frey^{2,3}).

Nel particolare tutti i processi naturali o artificiali in grado di liberare energia, sufficiente a dissociare una molecola, provocano la formazione di una coppia di ioni di opposta polarità.

In condizioni naturali, la radioattività dell'aria, la radioattività del suolo e l'irraggiamento cosmico rappresentano le tre più efficienti fonti di ionizzazione (Wait e Parkinson⁴, Dauvillier⁵), né va tralasciata l'importanza dei raggi ultravioletti (in particolare a grandi altezze) e degli spruzzi o cascate, responsabili di fine polverizzazione dell'acqua (effetto Lenard).

In teoria, la formazione di una coppia di ioni risulta espressa dal distacco di un elettrone da un atomo qualunque (elettrone che diviene uno ione +, -); tale elettrone libero si fissa immediatamente su di un altro atomo, il quale presenterà un eccesso di elettroni, per cui l'elettrone stesso diverrà uno ione negativo.

Ma in funzione della stabilità o della saturazione della loro corona elettronica periferica, i differenti gas e vapori dell'aria posseggono tendenza a fornire degli ioni di una polarità determinata, per cui gli ioni negativi saranno soprattutto ioni O_2^- e OH^- e quelli positivi degli ioni N^+ e H^+ (Langevin⁶). Tali ioni rimangono allo stato molecolare per un periodo molto breve, poiché in virtù delle forze elettrostatiche in giuoco, si riuniscono ad altre molecole, formando degli aeroioni di dimensioni variabili, distinti in «piccoli» e «grossi» ioni, pur esistendo gli stadi intermedi.

* I.N.R.C.A., Istituto Nazionale di Ricovero e Cura per Anziani: équipe della Divisione Medica dell'Istituto Geriatrico «U. Sestilli» di Ancona - Primario: Prof. S.A. Memeo.

** PERISO Elektroindustrie, 6849 Isona, Svizzera.

I piccoli ioni (diametro = 10^{-4} micron) risultano molto mobili, rispetto ai grossi ioni (diametro sino a 0,001 mm); i primi vengono distrutti rapidamente (per collisione o neutralizzazione reciproca) e la loro vita non supera il minuto; al contrario i grossi ioni, molto più inerti, possono sussistere per circa un'ora.

Nella eventualità anche di un modesto inquinamento potrebbero formarsi in prevalenza ioni grandi a scapito dei piccoli, per cui si può definire come indice di inquinamento dell'atmosfera il rapporto fra il numero dei «positivi» o grandi ioni ed il numero dei «negativi» o piccoli ioni.

In sostanza gli ioni negativi risultano statisticamente più piccoli e più mobili (quindi più labili) degli ioni positivi (Windischbauer¹, Frey²). Così, anche indipendentemente dall'influenza dell'inquinamento, a causa della loro minore tendenza a diffondersi ed assorbirsi sulle superfici conduttrici od umide, gli ioni positivi presentano una preponderanza nell'85% dei casi sugli ioni negativi, variando le concentrazioni (a bassa quota 500 a 3000 ioni +/ml, contro 400 a 2000 ioni -/ml) con un vantaggio medio del 20% per gli ioni positivi.

Il rapporto di concentrazione fra i due aeroioni, espresso dal *coefficiente di unipolarità* (valore 1— 1,4) in condizioni di equilibrio climatico, risulta più o meno stabile, con una modestissima predominanza degli ioni positivi, ma tende a mutare per l'influenza di svariati fattori.

Infatti il *volume di ionizzazione*, derivante dal numero di paia di aeroioni che si sviluppano nell'unità di tempo, per unità di volume, risulta influenzato da:

- radiazioni cosmiche, solari, miscele radioattive solute nell'aria;
- presenza di cascate, di spruzzi di acqua;
- dal potenziale elettrico terrestre e numerose altre condizioni.

Più specificatamente il *grado di ionizzazione*, con prevalenza, cioè, di una o dell'altra carica elettrica, subisce variazioni frequenti, in rapporto per esempio:

- *alle fasi lunari*:
con prevalenza di ioni negativi sino a 24-72 ore dalla comparsa della luna nuova, per aumentata radioattività della superficie terrestre⁷;
- *ai venti*:
come il foehn, responsabile di un aumento della concentrazione di ioni positivi, i quali favorirebbero la produzione di 5-HT idrossitriptamina (serotonina)^{8,9} (l'aumentata incidenza delle cefalee nella Germania meridionale);
- inoltre le *radiazioni solari*, l'*umidità*, i *temporali*, gli *spruzzi d'acqua* e le *cascate*⁷ favorirebbero la formazione di ioni negativi.

Al contrario l'inquinamento, gli apparecchi di riscaldamento, alcuni tipi di condizionatori d'aria, il micro-clima industriale e quindi l'aria confinata, rappresentano condizioni favorevoli a una prevalenza degli ioni positivi.

Evidente, quindi, l'interesse per la ionizzazione ambientale soprattutto in considerazione degli effetti biologici che ne derivano. Ad esempio, concentrazioni di ioni negativi elevate¹⁰, si sono dimostrate efficienti:

- nell'inibire la crescita di colonie batteriche e particolarmente del vibrione del colera e di salmonelle¹¹;
- nello stimolare la formazione di fibroblasti, favorendo, quindi, i processi di cicatrizzazione¹²;
- nello spostare l'acidosi, verso l'alcalosi, parametro importante, soprattutto, per le broncopneumopatie;
- nel promuovere il trofismo e la motilità, rispettivamente della mucosa e delle ciglia vibratili dell'albero respiratorio¹³;
- nell'equilibrare il rapporto albumine-globuline;
- nello stimolare la produzione di glicocorticoidi ed ormoni tiroidei¹⁴;
- nel facilitare (al contrario dei positivi), la riduzione della 5-HT (serotonina) a 5-idrossindolacetico¹⁵;
- nello stimolare, inoltre, il biochimismo cellulare, favorendo, soprattutto, la permeabilità di membrana.

Si è sviluppata, necessariamente, la aeroionoterapia praticata anche nella Divisione Medica dell'Istituto Geriatrico di Ancona, in alcune forme di broncopneumopatie asmatiche, con risultati apprezzabili anche a livello di alcune spie umorali quali: modificazioni, in senso positivo, del pH, pO₂, e pCO₂ nel sangue arterioso e maggior utilizzazione del 2-3 difosfoglicerato, osservazioni presentate dalla équipe della Divisione Medica dell'Istituto Geriatrico¹⁶, in collaborazione con la Scuola del Prof. Gualtierotti (Università di Milano).

È stato, volutamente, posticipato uno dei fattori condizionanti la formazione degli ioni e cioè la pressione barometrica, in quanto ha caratterizzato, prevalentemente, la nostra ricerca in Perù (24 marzo - 21 aprile 1978) per la nota influenza sia sul *volume di ionizzazione*, sia sul *coefficiente di unipolarità*, e quindi sulla *carica spaziale* degli aeroioni (superiore ad 1 nella norma; invece si parla di inversione della carica spaziale quando gli ioni negativi — ad esempio dopo un temporale — prevalgono su quelli positivi).

Orbene, secondo Callahn e coll.¹⁷, Law e coll.¹⁸, sempre in merito all'altitudine, la ripartizione degli ioni verrebbe prevalentemente influenzata, dal campo elettrico verticale, normalmente orientato dall'alto in basso, per cui gli ioni positivi tenderebbero, secondo le naturali linee di forza e per gravità ad accumularsi in basso e, viceversa, i negativi verso l'alto. Shiratori¹⁹, Schreiber^{20,21}, Tycska²² hanno sottoli-

neato, invece, che in ragione dell'ipobarismo si verificerebbe una prevalenza di ioni positivi, poiché la fuoriuscita, in virtù della depressione, di una più elevata quantità di gas radioattivi dal suolo (radon e thoron dal forte potere ionizzante), favorirebbe la concentrazione verso terra di quelli negativi, dotati di maggior mobilità. Ma il problema, a parte l'altimetria si poneva e si pone per la precisa quantizzazione degli ioni positivi e negativi e particolarmente per le dosi terapeutiche dei negativi⁷.

Negli anni precedenti veniva impiegato nella Divisione Medica dell'Istituto Geriatrico, in merito alla aerionoterapia e per le conseguenti rilevazioni, un apparecchio della «ROYCO INSTRUMENTS» (U.S.A.), ma le misurazioni ed i conteggi risultavano piuttosto complicati e di lenta esecuzione ed inoltre il trasporto, per il peso e le dimensioni, si presentava difficoltoso (fig. 1).

La Ditta PERISO di Isonne (Svizzera) invece ha costruito un apparecchio idoneo alla misura simultanea, di ioni positivi e negativi lo «ION-METER» mod. PN 01, in grado di rilevare anche particelle con mobilità di 0,85 cm/s (fig. 2). Lo strumento è collegato ad un registratore PERISO S/101, anch'esso, nella versione utilizzata dalla spedizione, autonomamente alimentato, per consentire rilievi in mancanza di energia elettrica; il tutto di facile impiego e trasporto.

La spedizione scientifica, alla quale partecipavano settanta ricercatori di diverse nazionalità, ha fornito all'équipe della I.N.R.C.A., fra le altre, la possibilità di rilevare gli ioni a differenti altitudini, dal livello del mare sino a 4.848 m (fig. 3 e 4). Le rilevazioni sono state effettuate tra l'1 ed il 16 aprile 1978 in una fascia latitudinale compresa tra 11° e 31', fino ad un massimo di 12° e 04' SUD e con escursioni tra 75° e 19' e 77° 10' di longitudine EST, sempre il mattino ed all'incirca nelle stesse ore.

Sono state considerate, in contemporanea: *pressione atmosferica, umidità relativa, intensità e direzione del vento*, per mezzo di una centralina mobile S-2000 della Ditta SIAP di Bologna, (fig. 5) *presenza o meno di nuvolosità*, annotando fra l'altro le *caratteristiche ambientali* (orografia, idrografia, vegetazione, presenza o meno di edifici e linee elettriche). È stato anche quantizzato l'ozono e soltanto alla massima altitudine raggiunta (4.848 m), si è constatata la presenza di 0,07 parti per milione su un campionamento di 5 litri di aria.

Le medie delle coppie di ioni rilevate sono state riportate in grafici e confrontate con:

- il grado di temperatura (fig. 6);
- il grado di umidità (fig. 7);
- il grado di luminosità, espresso in lux;
- considerazioni solo limitate alla curva degli ioni positivi e negativi.

In sintesi non si è osservata alcuna variazione, degna di rilievo, sia degli ioni negativi che dei positivi, in rapporto alla naturale diminuzione del grado di temperatura, collegata all'incremento dell'altitudine (fig. 6). Correlazioni più evidenti si sono verificate in rapporto al grado di umidità relativa, alle varie altezze, con una modesta prevalenza degli ioni positivi (fig. 7); per quanto concerne la luminosità non si è verificata alcuna significativa variazione delle coppie ioniche, se non ad altitudini superiori ai 3.000 m, da attribuire certamente alla predominanza, in contemporanea, di altri fattori meteorologici. Variazioni apprezzabili si sono manifestate in rapporto all'altitudine con un incremento della carica spaziale intorno ai 2.600 m, per assistere, successivamente, ad una diminuzione della stessa a quote maggiori, sino ai 4.848 m s.l.m. (fig. 8).

Senza voler trarre delle considerazioni conclusive e limitatamente a quanto osservato nel Perù, poiché ci si propone di continuare ad effettuare tali rilievi e compararli con diverse zone (sia per quanto concerne il macro che il microclima), si possono, in un certo senso, convalidare le ipotesi di Schiratori¹⁹, Schreiber²⁰⁻²¹, Frey²⁻³, Tyczka²², cioè una prevalenza per i positivi alle altezze desiderate. Il fenomeno si verificherebbe però sino all'altezza di 2.500-2.600 m e quindi si è osservato, come descritto, una caduta con alternanza di valori, delle due concentrazioni ioniche ciò che induce, parallelamente, a pensare anche all'uomo il cui ritmo fisiologico, precisamente intorno a questa altitudine manifesta la incipiente alterazione dell'omeostasi.

* Si ringrazia la Ditta PERISO, particolarmente nella persona del Sig. Scherrer, per la fattiva collaborazione prestata.

* Rivolghiamo anche un vivo ringraziamento al Generale Oscar Piccone Ocampo, Direttore Generale del S.E.N.A.M.H.I., per l'assistenza e la collaborazione offerta.

BIBLIOGRAFIA

- 1) WINDISCHBAUER A. (1948): *Die Naturlichen Heilkaefte von Bad-Gastein*. Springer Verlag, Vienne.
- 2) FREY A.H. (1959): *Behavior and atmospheric ions*. Gen. Electric Comp., Rep. n. R59 ELC 121, 19, p., Ithaca N.Y.
- 3) FREY A.H. (1961): *Human behaviour and atmospheric ions*. Psych. Rev., t. 68, 225.
- 4) WAIT G., PARKINSON W. (1951): *Ions in the atmosphere*. In: Malone T., «Compendium of meteorology». Amer. Meteor. Soc., Boston.
- 5) DAUVILLIER A. (1954): *Les rayons cosmiques*. Dunod Ed.

- 6) LANGEVIN A. (1962): *Les ions atmosphériques et la vie*. La Nature, 401.
- 7) ROBINSON N., DINFELD F.S. (1963): *The ionization state of the atmosphere as a function of the meteorological and of various sources of ions*. Int. J. Biometeor., t. 6, 101.
- 8) DANON A., SULMAN F.G. (1969): *Ionising effect of winds of ill repute on serotonin metabolism*. Int. J. Biometeor., t. 13, suppl. 4, 135.
- 9) KRUEGER A.P., KOTAKA S. (1969): *The effects of Air Ions on Brain Levels of Serotonin in Mice*. Int. J. Biometeor., 13, 1, 25-28.
- 10) PORTNOV F.G. (1969): *Aéroionothérapie, Méthode et Dosage*. Bioclimatol. Biometeorol. and Aeroionotherapy. Carlo Erba Foundation, Milano: 99-103.
- 11) KRUEGER A.P., REED E.J., BROOK K.A., DAY M.B. (1975): *Air ion Action on Bacteria*. Int. J. Biometeor., 19, 1, 65-71.
- 12) GUALTIEROTTI R. (1964): *Azioni biologiche della ionizzazione negativa*. Atti del I Simposio sulla ionizzazione negativa dell'aria, 28-42, Maccari Edit., Parma.
- 13) KRUEGER A.P., SMITH R.F., MILLAR J.W. (1959): *Effects of air ions on trachea of primates*. Proc. Soc. Exp. Biol. e Med. 101, 506-507.
- 14) GUALTIEROTTI R. (1964): *La stimolazione fisiologica della tiroide ad opera del flusso ionico negativo*. Annali di Idrol., 2, 136.
- 15) GILBERT G.O. (1973): *Effects of negative air ions upon emotionality and brain serotonin levels in isolated rats*. Int. J. Biometeor. 17, 3, 267-275.
- 16) MEMEO S.A., BRIGHETTI A., NIKOLITS M. (1973): *Variations de la thermoregulation et de l'utilisation d'oxygène dans le sujet atteint de bronchite soumis à traitement hypobarique*. Int. Congr. für Luft- und Raumpfahrtmedizin, 160-161, München.
- 17) CALLAHN-SAGALIN R., FAUCHER G.A. (1954): *Aircraft investigation of the large ion content and conductivity of the atmosphere and their relation to meteorological factors*. J. Atmospher. Terr. Phys., t. 5, 253.
- 18) LAW J. (1963): *The ionization of the atmosphere near the ground in fair weather*. Quart. I. Roy. Meteorol. Soc., t. 89, 107.
- 19) SHIRATORI K. (1935): *Ionic spectrum of air*. Taihoku Sci. Agri. Memoirs, t. 15, 1.
- 20) SCHREIBER G.O.S. (1967 a): *Space charge and atmospheric pressure*. Int. J. Biometeor., t. 11, Suppl. 3, p. 323.
- 21) SCHREIBER G.O.S. (1966 a): *Effects of events occurring in outer space on atmospheric electricity*. Int. J. Biometeor., t. 11, Suppl. 3, p. 323.
- 22) TYCZKA S. (1969 a): *L'ionisation et la pression atmosphérique dans la région de Wrocław (en polonais)*. Bydgosk. Towarz. Nank., Sed. B, t. 8, 27.

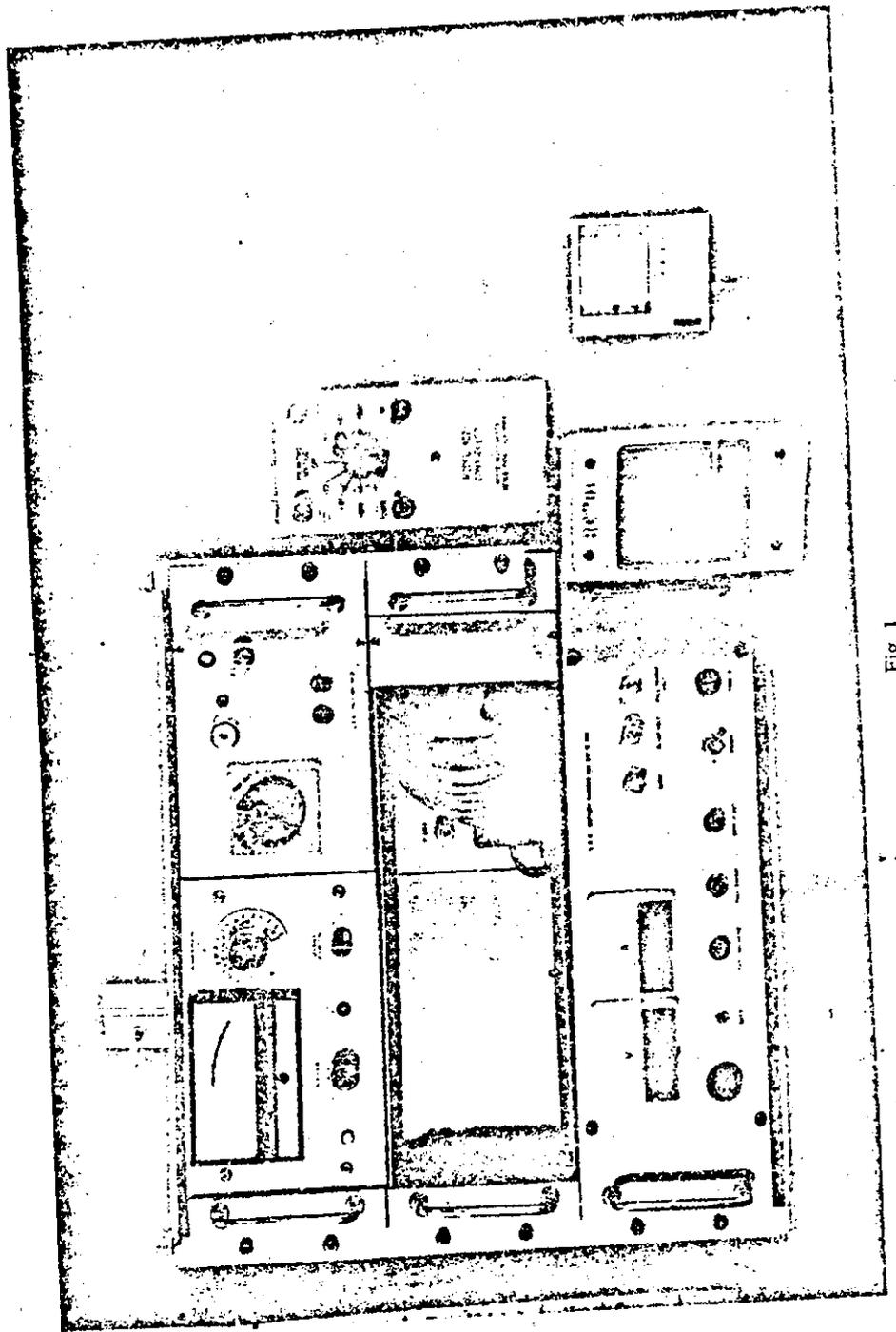


Fig. 1

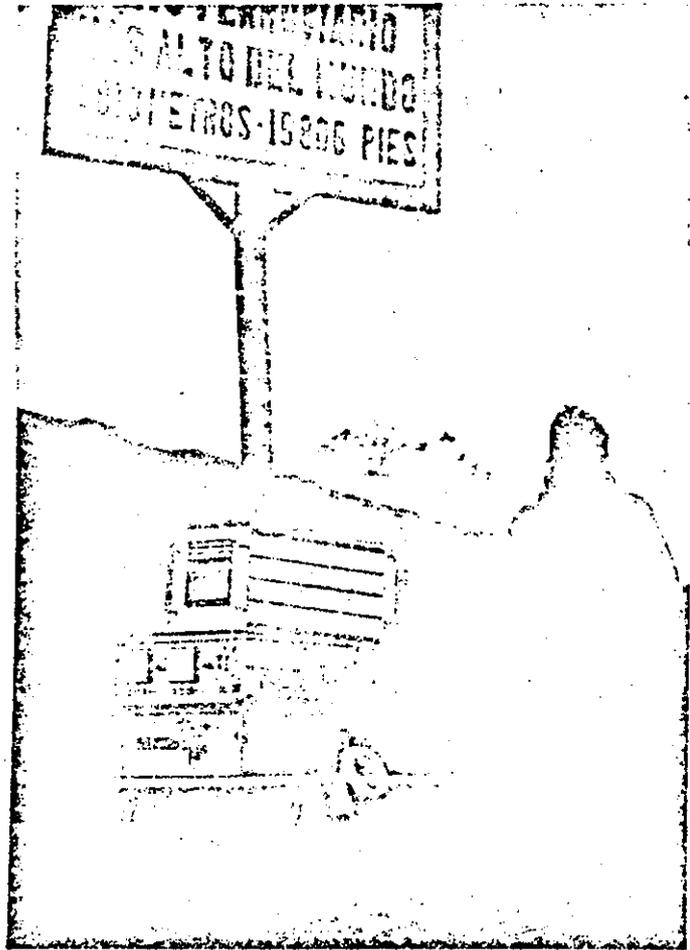
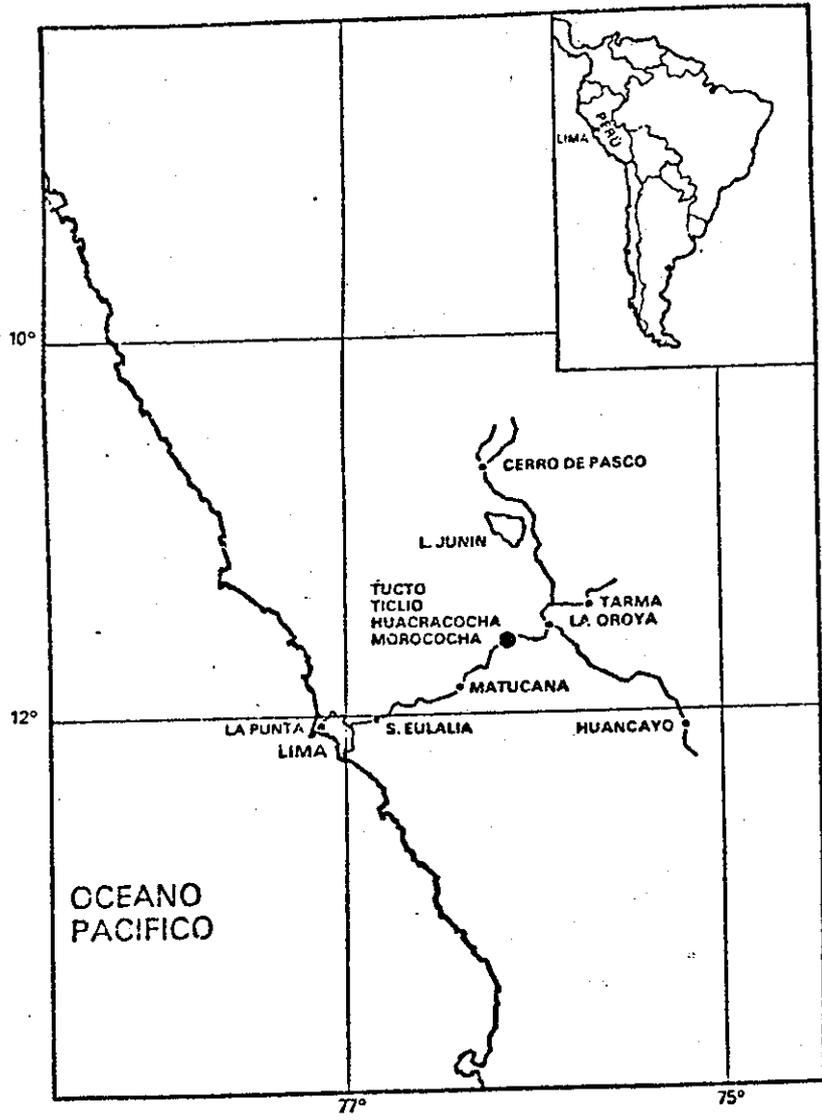


Fig. 3



DISLOCAZIONE DELLE STAZIONI DI MISURA

Fig. 4

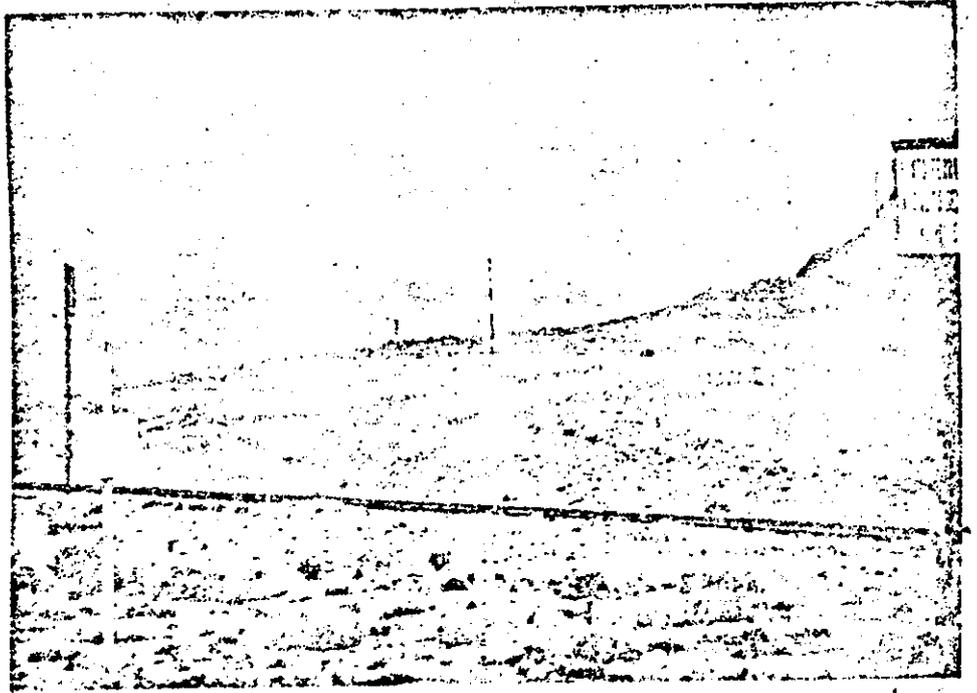
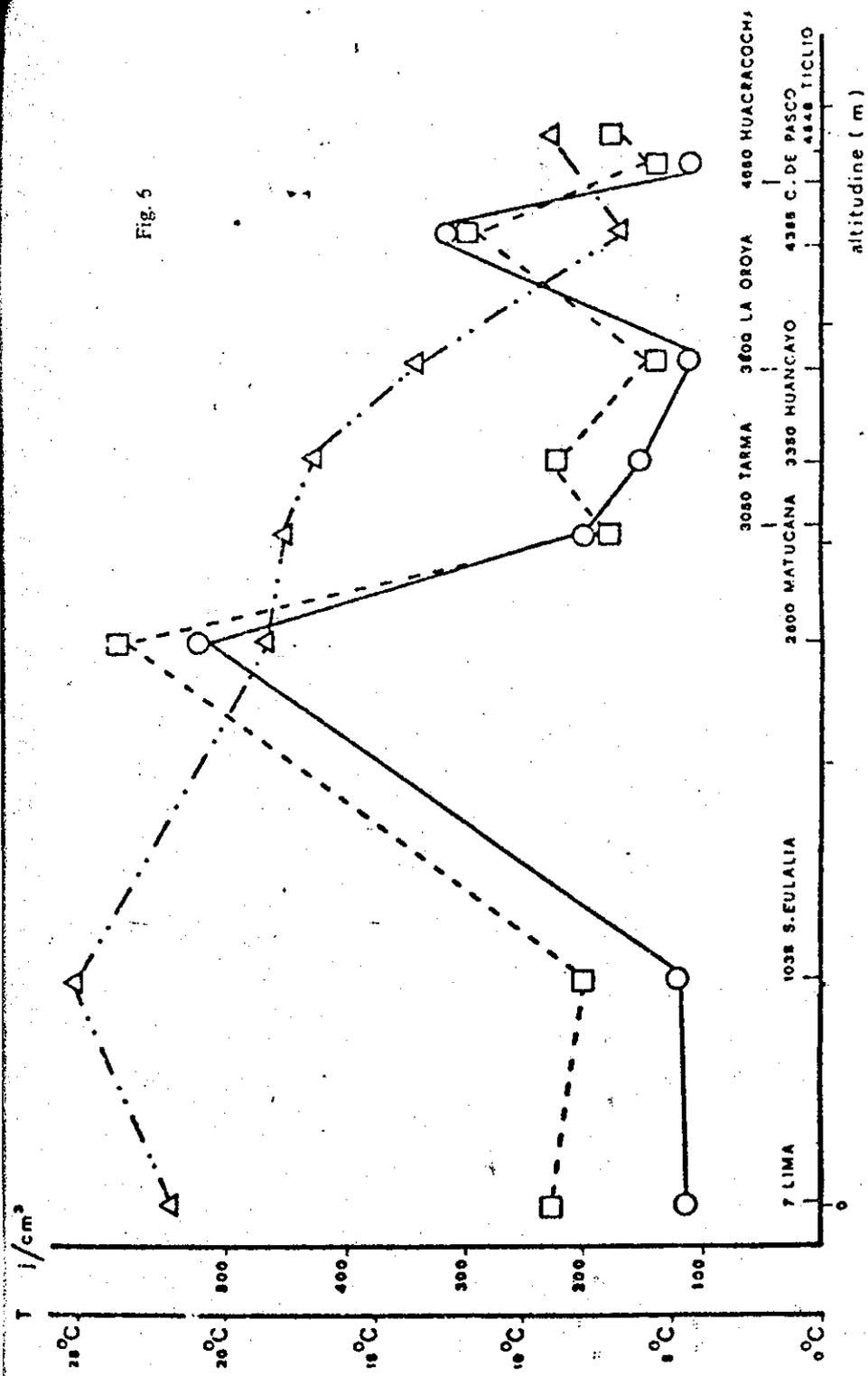


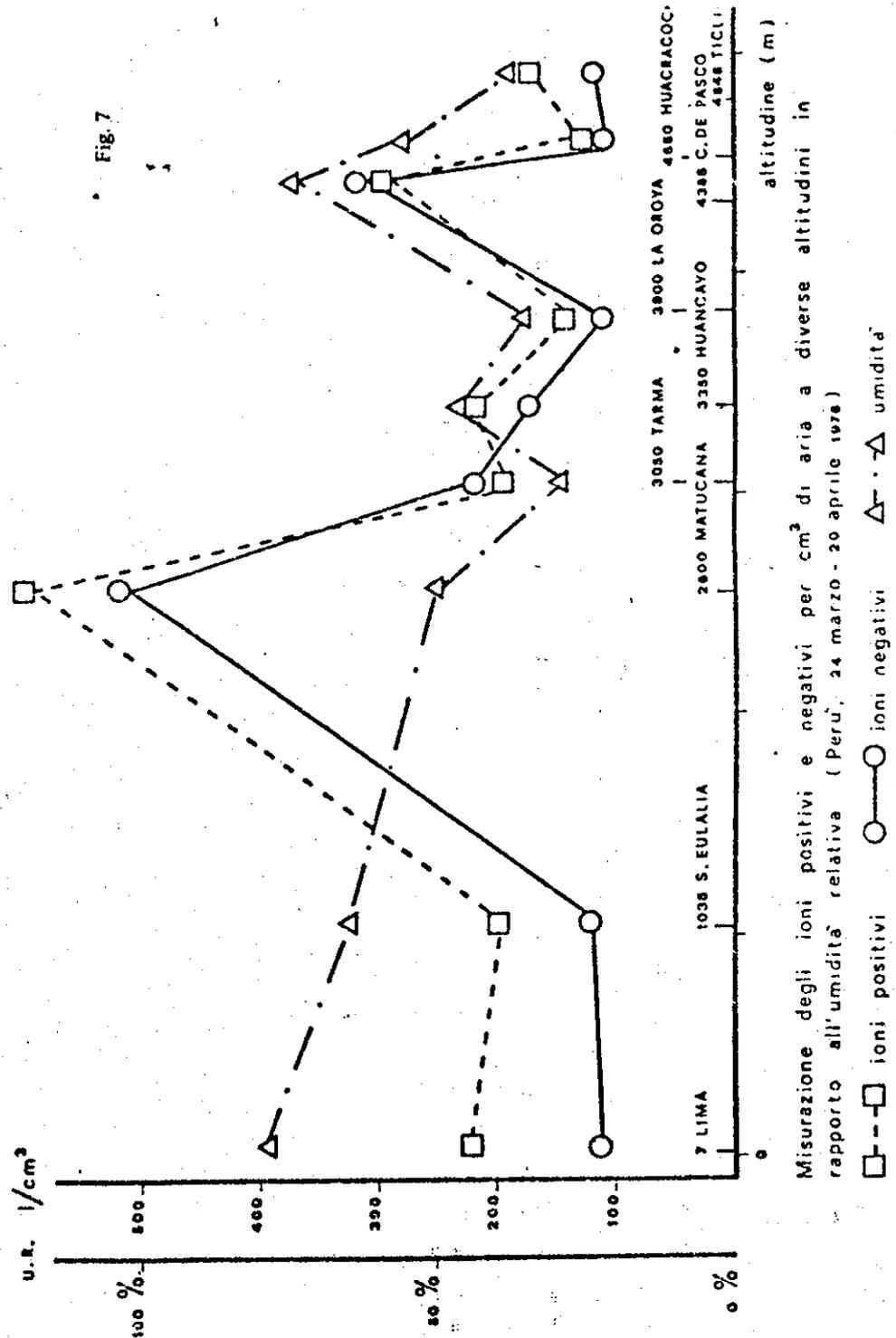
Fig. 5



Misurazione degli ioni positivi e negativi per cm³ di aria a diverse altitudini in rapporto alla temperatura (Perù, 24 marzo - 20 aprile 1972)

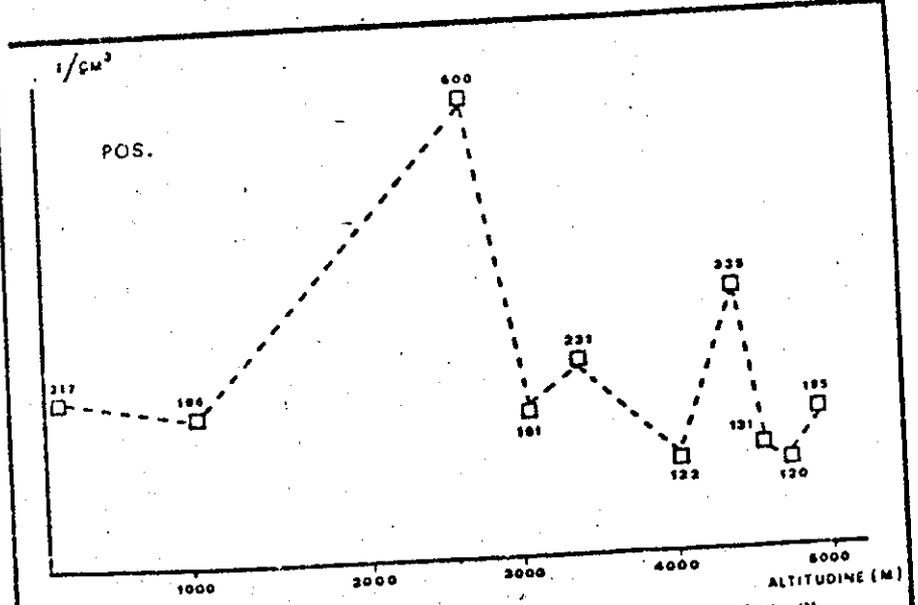
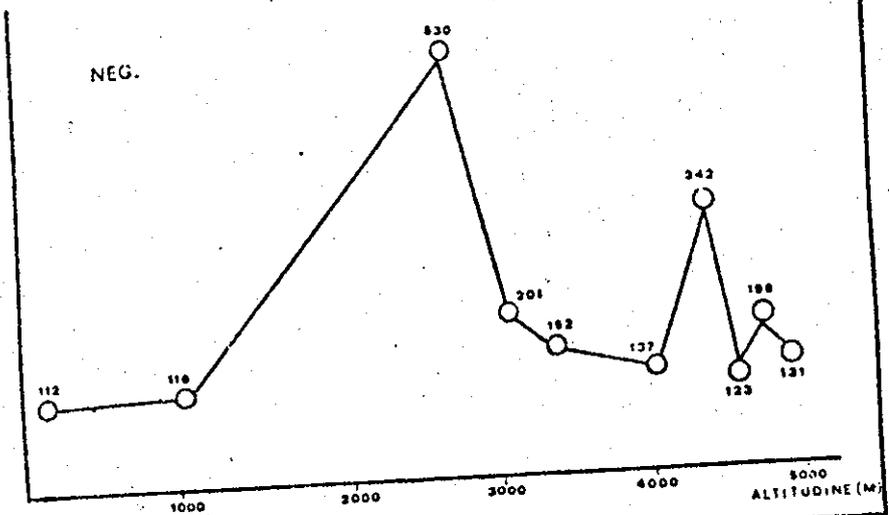
□ - □ ioni negativi ○ - ○ ioni positivi △ - △ temperatura

Fig. 7



Misurazione degli ioni positivi e negativi per cm³ di aria a diverse altitudini in rapporto all'umidità relativa (Perù, 24 marzo - 20 aprile 1978)

□ - - - □ ioni positivi ○ — ○ ioni negativi △ - · △ umidità



VARIAZIONI DELLA CONCENTRAZIONE DEGLI IONI NEGATIVI E POSITIVI IN FUNZIONE DELL'ALTITUDINE (MEDIA DEI VALORI OTTENUTI IN DUE ORE DI REGISTRAZIONE CONTINUA). — PEPU, 24 MARZO — 30 APRILE 1978 —

Fig. 8